

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 10 APR 2003	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 02 553.3

**Anmeldetag:** 24. Januar 2002

**Anmelder/Inhaber:** Dr. Burkhard Büstgens,  
Freiburg im Breisgau/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Auftragen von Farben  
oder Lacken

**IPC:** B 05 D 1/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. Februar 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wochen...

## Zusammenfassung



Ein Verfahren zum Auftragen von Farben oder Lacken zur farblichen Gestaltung von insbesondere architektonischen Objektflächen sieht vor, dass zunächst die Objektfläche als digitales Objekt erfasst und ein Datensatz gebildet wird. Anschließend wird eine Vorlage des aufzutragenden Gestaltungsobjektes als digitaler Datensatz in den Datensatz des Objektbildes implementiert. Schließlich wird mit dem daraus gewonnenen Datensatz eine verfahrenbare Auftragseinrichtung zum Auftragen der Farbe oder des Lackes gesteuert.

G/mr/g/

Anmelder:

Dr. Burkhard Büstgens  
Hieberainle 3  
79108 Freiburg

D-79108 FREIBURG  
Zähringer Str. 373

Telefon 07 61/55 45 21  
Telefax 07 61/55 45 25

Mein Zeichen 1181

Ihr Zeichen:

Datum 23.1.2002

Verfahren zum Auftragen von Farben oder Lacken

Die Erfindung betrifft ein Verfahren (sowie eine Vorrichtung) zum Auftragen von Farben oder Lacken zur farblichen Gestaltung von insbesondere architektonischen Objektflächen.

Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren sowie eine Vorrichtung für den ökonomischen Auftrag von Farben oder Lacken auf Flächen von Objekten des Hoch-, Ingenieur- und Tiefbaus nach einer Bildvorlage. Dies können beispielsweise Innen- und Außenwände, Decken oder Böden von Wohn- und Nutzgebäuden sein, aber auch beispielsweise die Betonflächen von Brücken-, Tunnel- oder Straßenbauwerken oder Mauern für den Schallschutz, Sichtschutz oder für Befestigungen und artverwandte Flächen.

Die vorgenannten Objektflächen werden heute ausnahmslos manuell mit Pinsel oder Rollen gestrichen oder per Sprühpistole mit Farbe besprüht. Die Farbe dient hierbei einerseits der Versiegelung des Mauerwerks, wird aber in gleicher Weise zu dekorativen Zwecken verwendet. Sollen Bildinhalte per Farbe auf die genannten Flächen aufgetragen werden, so können diese nur von talentierten Kunsthandwerkern oder Künstlern vorgenommen werden, wobei der Vorgang des Malens in der Regel langwierig und deshalb teuer ist. Oftmals kann auch eine erhebliche Diskrepanz zwischen den Erwartungen des Auftraggebers und dem fertig gestellten Bild bestehen. Wünschenswert wäre ein automatisiertes oder teilautomatisiertes Verfahren, mit dessen Hilfe unabhängig von künstlerischen Fähigkeiten ein Bildmotiv entsprechend einer Vorlage unter Verwendung von Farben oder Lacken auf die genannten Objektflächen übertragen werden kann und das Verfahren die Qualität des Bildauftrages

sichert. Es ist daher ersichtlich, dass ein Verfahren und eine Vorrichtung fehlen, womit beispielsweise die farbliche Gestaltung architektonischer Flächen von Objekten aus dem Hoch-, Ingenieur- und Tiefbau nach einer digitalen Bildvorlage passgenau ermöglicht wird.

Davon ausgehend liegt daher der Erfindung die **A u f g a b e** zugrunde, ein einfaches und zuverlässig arbeitendes Verfahren zum Auftragen von Farben oder Lacken zur farblichen Gestaltung von insbesondere architektonischen Objektflächen zu schaffen.

Die technische **L ö s u n g** ist gekennzeichnet durch die Merkmale im Kennzeichen des Anspruchs 1.

Dadurch ist ein einfaches und zuverlässig arbeitendes Verfahren geschaffen, mit dem es ermöglicht wird, digital vorliegende Bilddaten in gewünschter Größe, Lage und Ausrichtung auf beliebige Flächen von Objekten des Hochbaus, Tiefbaus und Ingenieurbaus aufzutragen. Das erfindungsgemäße Verfahren ist dabei geeignet, die besonderen individuellen Merkmale der Flächen wie Geometrie und Untergrund, aber auch den Arbeitsgang erschwerende Störungen wie Vorsprünge, Balkone, Türen, Fenster und Fensterbänke, Äste, Simse, ein Baugerüst oder Sichtkonstruktionen, auch Bereiche, die für einen Farbauftrag ausgespart werden sollen etc. im Rahmen des Bildauftrages zu berücksichtigen, da ansonsten kein vollständiger und qualitativ hochwertiger Farbauftrag möglich wäre. Trotz der den Arbeitsgang erschwerenden Störungen ist das System im Stande, Farbe innerhalb einer Toleranz im Zentimeterbereich bis in den Submillimeterbereich über sehr große Distanzen zu positionieren.

Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf dem Gedanken, die zuvor in einer Datei abgespeicherten Farbinformationen zu jedem Bildpunkt auf die Objektfläche zu übertragen, wobei die Position des Farbauftragsgerätes kontinuierlich gemessen wird und der Farbauftrag nach einem Vergleich mit den in der Datei abgespeicherten Farbinformationen für die Position des Farbauftragsystems gesteuert wird. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden in einem ersten Schritt die Eigenschaften der Objektfläche erfasst. In einem zweiten Schritt werden die erfassten Eigenschaften und die Bildvorlage digital verarbeitet und einander zugeordnet. In einem dritten Schritt schließlich wird die positionsrichtige Übertragung der Bildinhalte auf die Objektflächen mithilfe des erfindungsgemäßen Farbauftragsystems durchgeführt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es zum ersten Mal, auf mittleren bis sehr großen, individuell gestalteten Objektflächen eine dekorative farbliche Gestaltung vorzunehmen. Durch das Erfassen der individuellen Eigenschaften der Objektfläche und Verarbeiten mit der digitalen Bildvorlage kann das Objekt und die Vorlage virtuell zu einer Einheit ver-

schmelzen, bevor ein passgenauer Farbauftrag erfolgt. Daraus ergeben sich bisher nicht möglich gewesene dekorative Gestaltungsmöglichkeiten für Wände, Fassaden oder funktionelle Bauwerke des Tiefbaus. Auch eröffnen sich völlig neue architektonische Möglichkeiten, die bereits in die Entwurfsphase von Gebäuden einfließen können. Diese Möglichkeiten werden zudem durch den allgemeinen Trend der Rechnerunterstützung in Konstruktion und Design gefördert.

Die Erkennung und Digitalisierung der Objektflächen und der Position von Störungen der Malfläche, wie sie beispielsweise durch Türen und Fenster, Vorsprünge, Balkone, Fensterbänke, Absätze, Blitzableiter, Dachrinnen, Schalter, Lampen oder andere auf Hauswänden zu findenden Accessoires dargestellt werden, wird mittels eines ersten Messsystems vorgenommen, welches nach Verfahren arbeitet, nach denen auch das Navigationssystem des Farbauftragsystems arbeitet und bildet den ersten Arbeitsschritt. In diesem ersten Arbeitsschritt können auch die Farbeigenschaften des Untergrundes elektronisch erfasst werden und für die spätere Farbanpassung herangezogen werden. Auch ist die Qualität des Flächenuntergrundes zu bewerten und nötigenfalls durch weitere Vorarbeiten, beispielsweise das Ausbessern des Putzes, das Aufbringen eines Grundanstriches etc. zu verbessern.

Nach der messtechnischen Erfassung der individuellen Objektfläche inklusive aller Kanten, Vorsprünge, Türen, Fenster und auszusparenden Bereiche liegen die Objektdaten in einem Rechner für die weitere Bearbeitung vor. Die Nutzung des in der Farbauftragvorrichtung enthaltenen Rechners kann ebenfalls für die weitere Bearbeitung verwendet werden. Die digitalen Daten zur Beschaffenheit der Objektfläche und die Bildvorlage werden digital verarbeitet und einander zugeordnet.

Hierzu wird aus der erfassten geometrischen Beschaffenheit ein virtuelles Flächenobjekt abgeleitet, sodass jedem Punkt des virtuellen Flächenobjektes ein Punkt der realen Objektfläche entspricht. Dies kann bei Verwendung eines berührungslosen Winkel- oder Entfernungsmessverfahrens beispielsweise geschehen, indem die erfassten Objektpunkte auf einem Bildschirm dargestellt werden und der Designer aus den dargestellten Punkten nach den Methoden des computerunterstützten Konstruierens (CAD) ein zusammenhängendes virtuelles Flächenobjekt kreiert. Wurde ein abbildendes Verfahren zur Erfassung der Objektfläche verwendet, so kann das erfasste Bild auch direkt als virtuelles Flächenobjekt definiert werden, wodurch die Zuordnung der Koordinaten des virtuellen Flächenobjektes zu denen der realen Objektfläche gegeben ist.

Als Weiteres wird die digitale Vorlage mit dem virtuellen Flächenobjekt zur Deckung gebracht und ggf. editiert. Dies kann durch alle bekannten Verfahren der digitalen Bildverar-

beitung und des CAD geschehen. Beispielsweise kann das Bild in der Größe gezoomt, vielfältigt, mit Text überlagert, gedreht, verzerrt, entzerrt, um weitere Grafiken ergänzt werden und der Farbton verändert und angepasst werden. Hierfür empfiehlt sich beispielsweise die Farbtonmessung während der Erfassung der Objektfläche.

Schließlich wird für jeden Punkt des virtuellen Flächenobjektes der zugeordnete Farbwert gespeichert.

Es kann gewünscht sein, einzelne Punkte oder Bereiche der Objektfläche frei von Farbe zu halten, beispielsweise bei Vorhandensein eines dekorativen Untergrundes oder einer Struktur, aber auch wenn funktionelle Elemente auf der Objektfläche vorhanden sind, die nicht mit Farbe abgedeckt werden sollen. Derartige Bereiche können im Rahmen der digitalen Bildverarbeitung beispielsweise als Aussparung gekennzeichnet werden, in denen kein Farbauftrag erfolgt.

Optional kann besonders nach einer bildgebenden Erfassung der Objektfläche die Bildinformation mit in die Bildverarbeitung einbezogen werden. So kann beispielsweise das erfasste Abbild der Objektfläche Flecken enthalten oder es können Bereiche unterschiedlicher Untergrundfarbe auf der Objektfläche vorhanden sein. In diesen Fällen kann das erfasste Bild der Objektfläche in der Bildverarbeitung mitverarbeitet werden, um beispielsweise die Flecken farbig zu kompensieren oder gewünschte Effekte farblich zu verstärken. Beispielsweise lassen sich Flecken kompensieren, indem das inverse Bild der fleckenhaften Objektfläche und die digitale Vorlage innerhalb der Bildverarbeitung überlagert werden und ein korrigiertes Bild resultiert. Nach dem positionsrichtigen Auftrag des korrigierten Bildes auf die fleckenhafte Objektfläche ergänzen sich der an jeder Stelle der Fläche der Farbton des Untergrundes und der Farbton des aufgetragenen korrigierten Bildes zum Originalbild.

Die digitalen Daten zur Beschaffenheit der Objektfläche und die Bildvorlage werden digital verarbeitet und einander zugeordnet, indem aus der erfassten geometrischen Beschaffenheit ein virtuelles Flächenobjekt abgeleitet wird, sodass jedem Punkt des virtuellen Flächenobjektes ein Punkt der realen Objektfläche entspricht, indem weiterhin die digitale Vorlage mit dem virtuellen Flächenobjekt zur Deckung gebracht und ggf. editiert wird und indem schließlich für jeden Punkt des virtuellen Flächenobjektes der zugeordnete Farbwert gespeichert wird. Beim geometrischen Editieren wird die digitale Vorlage mit dem virtuellen Flächenobjekt editiert, indem die digitale Vorlage verzerrt und/oder ihre Größe verändert wird. Beim farblichen Editieren wird die digitale Vorlage mit dem virtuellen Flächenobjekt editiert, indem die Farbwerte der Vorlage verändert werden. Im Hinblick auf die Objektfläche wird die digitale Vorlage mit dem virtuellen Flächenobjekt editiert, indem die digital erfassten Daten

der farblichen Beschaffenheit der Objektfläche zusätzlich zur Bestimmung des Farbwertes der Punkte des Flächenobjektes herangezogen werden. Der Farbwert der Punkte des virtuellen Flächenobjektes wird definiert, indem an jedem Punkt der veränderte oder unveränderte Farbwert der realen Objektfläche von dem uneditierten oder editierten Farbwert der digitalen Vorlage abgezogen wird, um auf diese Weise die „Flecken„ mit einzubeziehen.

Zur Ablaufsteuerung des Farbauftragsverfahrens folgendes:

Wird die bewegliche Farbauftragvorrichtung über die Oberfläche bewegt, so liefert das Positionsmesssystem kontinuierlich die aktuelle Position der Farbauftragvorrichtung. Aus der konstruktionsbedingten Lage der einzelnen Farbauftrags Elemente und der bekannten Position der Farbauftragvorrichtung zur Objektfläche ergibt sich rechnerisch in Echtzeit die Position jedes einzelnen Farbauftrags Elements zur Objektoberfläche. Die Steuereinheit entnimmt dem im Systemspeicher gespeicherten Flächenobjekt die zu den jeweiligen Positionskoordinaten zugeordneten Farbwerte und gibt zeitgenau Farbabgabebefehle an die einzelnen Farbdüsen. In der Regel unterscheiden sich die digitale Auflösung des gespeicherten Flächenobjektes mit der realen Auflösung der Farbauftragvorrichtung. In diesem Fall kann entweder eine Auflösungsanpassung im Batch-Verfahren vor dem Farbauftrag durchgeführt werden oder während des Farbauftrags durch Echtzeit-Interpolation. Ist ein virtueller Farbpunkt einmal auf die Objektfläche übertragen worden, so erhält dieser beispielsweise das Attribut „erledigt,, wird passiv geschaltet oder der Farbwert wird durch den einer Farbe, die keine Farbabgabe bewirkt, ersetzt. Auf diese Weise kann eine unerwünschte mehrmalige Farbabgabe an ein und derselben Stellen vermieden werden.

Jede Stelle des Farbauftragbereichs muss mindestens einmal vom Farbauftragkopf überstrichen werden. Dabei ist eine kontinuierliche Führung der Vorrichtung dank der integrierten Positionsberechnung nicht nötig, da die Vorrichtung jederzeit ihre Position mit dem zu produzierenden Bild im Speicher vergleicht und Impulse zum Farbauftrag nur erhält, wenn hier Farbe aufzutragen ist und dies nicht schon bei einem vorherigen Überstreichen mit dem Farbauftragsystem geschehen ist.

Die Führung der Farbauftragvorrichtung muss nicht zwangsläufig kontinuierlich erfolgen. Das Positionsbestimmungssystem erlaubt einen Vergleich der aktuellen Geräteposition mit der Soll-Position des zu übertragenden Bildpunktes. Dadurch ist es möglich, nicht zusammenhängende Flächen zu bemalen.

Die Positionsbestimmung der Farbauftragvorrichtung kann vielfältig durch Positionsmesssysteme erfolgen. Dabei sollen zwei Kategorien unterschieden werden:

Hier als erstes Meßsystem bezeichnete Systeme messen die Position beweglicher Komponenten in Relation zu festen Fernpunkten, die ebenfalls Komponenten des Meßsystems sind und als Satelliten bezeichnet werden. Die beweglichen Komponenten des ersten Messsystems können dabei in der Farbauftragvorrichtung enthalten sein. Eine Eigenschaft des ersten Messsystems ist, daß Sichtverbindung zwischen Satelliten und beweglichen Komponenten bestehen muß. Diese kann oft gestört sein, somit eine Positionsbestimmung verhindern.

Hier als zweites Messsystem bezeichnete Systeme messen die Position der Farbauftragvorrichtung, ohne sich auf Fernpunkte zu stützen, z.B. durch Sensoren, die sich ausschließlich in der Farbauftragvorrichtung befinden. Beispiele für Sensoren sind Linear- und Drehbeschleunigungssensoren, Drehratensensoren, Geschwindigkeitssensoren, Magnetometer, Neigungssensoren und Bildgebende Sensoren, die in einem kleinen Ausschnitt die Objektfläche erfassen, woraus sodann die Position errechnet wird. Eine Eigenschaft der Verfahren des zweiten Messsystems ist, daß sie sehr schnell arbeiten können, jedoch nicht in der Lage sind, eine Absolutposition zu bestimmen und weiterhin driftempfindlich sind.

Die Genauigkeitsanforderung an die Positionsbestimmung des Farbauftragssystems ist hoch: Aus einer geforderten absoluten Bildauflösung von 0,5 mm über eine Entfernung von 10 m folgt eine erforderliche relative Genauigkeit der Positionsbestimmung von 50 ppm. Dabei muss sichergestellt sein, dass die Farbauftragvorrichtung an jeder Stelle der Objektfläche mit ausreichender Geschwindigkeit bewegt werden kann und dabei die eigene Position in der notwendigen Rate zu bestimmen im Stande ist.

Einige Verfahren des ersten Meßsystems, können nur mit einer relativ niedrigen Rate arbeiten. Sie sind daher nicht fortlaufend verfügbar, auch und besonders durch den Umstand einer gestörten Sichtverbindung zwischen Satelliten und beweglichen Komponenten. Auf der anderen Seite sind die vergleichsweise sehr schnellen Verfahren des zweiten Messsystems dazu geeignet, kurzzeitig die Navigation zu übernehmen. Es ist ersichtlich, dass durch Kombination der beiden Verfahren einerseits eine vollständige Abdeckung der Objektfläche möglich wird und andererseits eine hochdynamische Navigation hohe Vorschubgeschwindigkeiten erlaubt.

Am Beispiel einer durch einen Operator handgeführten Farbauftragvorrichtung kann die Positionsbestimmung auf Basis einer Kombination des ersten und zweiten Meßsystems wie folgt ablaufen:



Soll der Farbauftrag durch einen Befehl des Operators gestartet werden, so wird zuerst geprüft, ob eine Position des ersten Messsystems vorhanden ist. Hierfür muss Sichtkontakt zwischen den relevanten Komponenten des ersten Messsystems bestehen. Ist dies nicht der Fall, so muss dies dem Operator mitgeteilt werden, entweder durch eine Negativ-Meldung oder durch Nicht-Anzeigen einer Positiv-Meldung. Der Operator ist nun aufgefordert, die Farbauftragvorrichtung so lange zu verschieben, bis das erste Messsystem eine gültige Position besitzt. Dies wird sodann für die Berechnung herangezogen und zur Initialisierung des zweiten Messsystems verwendet. Die Initialisierung kann im einfachsten Fall beispielsweise aus einem Zurücksetzen von Integrationskonstanten im Falle einer Inertialnavigation sein. Nun folgt die Berechnung der neuen Position aus den vorhandenen Positionsdaten aus dem ersten und zweiten Messsystem. In diesem Fall, nach der Initialisierung, sind die Positionsdaten mit denen des ersten Messsystems identisch. Die nun folgende Schätzung des Positionsfehlers ergibt in einer darauf folgenden Grenzwertüberprüfung eine Aussage, ob Farbe abgegeben werden darf oder nicht. Liegt der Positionsfehler außerhalb einer Akzeptanzschwelle, so wird keine Farbe ausgegeben und der schon beschriebene Vorgang wird wiederholt. Im Regelfall liegt der geschätzte Positionsfehler innerhalb der Akzeptanzschwelle, sodass ein Farbauftrag erfolgen kann und neue Positionsdaten gelesen werden können. Der Operator bewegt die Farbauftragvorrichtung, und deshalb entstehen ständig neue physische Positionen. Der hier beschriebene Zyklus läuft so schnell ab, dass sich das Farbauftraggerät durch den Vorschub die Bewegung des Operators bereits bewegt hat. Des Weiteren entsteht durch den Vorschub der Farbauftragvorrichtung und durch die Tatsache, dass jeder Farbauftragkopf eine endliche Zeit für den Transport der Farbe auf das Medium benötigt, ein Positionsfehler, welcher durch beispielsweise Positionsvorhalte kompensiert werden muss. In der Praxis bedeutet dies, dass solche Farbwerte aus der Farb-Positionszuordnung an den Farbauftragknopf zur Farbabgabe übermittelt werden, welche gemäß der Farb-Positionszuordnung in Vorschubrichtung vor denen der momentan tatsächlich gültigen Positionen liegen. Der Positionsvorhalt ist stets eine Funktion der Vorschubgeschwindigkeit und -beschleunigung. Es ist angebracht, vor dem Auftrag der Farbe die Evaluierung und Überprüfung der Eigenbeschleunigung als Kriterium für den Farbauftrag zusätzlich zu überprüfen. Nach dem erfolgten Farbauftrag wird überprüft, ob das erste Messsystem eine gültige Position besitzt. Dies kann beispielsweise dann nicht gegeben sein, wenn eine Abschattung vorliegt oder die Bandbreite des ersten Navigationssystems kleiner als der momentane Arbeitstakt des Systems ist. Sind neue Daten aus dem ersten Navigationssystem vorhanden, so erfolgt die Neuberechnung der aktuellen Position aus neuen sowie aus vergangenen Positionsdaten. Sind keine neue Daten aus dem ersten Messsystem vorhanden, so erfolgt eine Meldung an den Operator und die nun folgende Positionsbestimmung stützt sich ausschließlich auf neue Daten des zweiten Messsystems und vergangene Positionsdaten. In beiden Fällen wird anschließend die Evaluation und Überprüfung der Positionsfehler und Beschleunigung.

nigungen vorgenommen, bevor ein Farbabgabebefehl gegeben wird. Es ist naheliegend, dass beim Führen der Farbauftragvorrichtung weit in einen abgeschatteten Bereich hinein sich die Positionsfehler von Zyklus zu Zyklus vergrößern und schließlich die Farbabgabe automatisch unterbrochen wird.

Der Operator kann anhand der ihm mitgeteilten Meldungen erkennen, wo sich abgeschattete Bereiche der Objektfläche befinden. Hat er auf diese Weise einen solchen Bereich identifiziert, so ist er angehalten, die Farbauftragvorrichtung in einem Bereich bekannter Fernposition anzusetzen und diese auf kürzestem bzw. schnellstem Wege in den abgeschatteten Bereich zu bewegen. Sollte der abgeschattete Bereich sehr groß sein, so dass in abgelegenen Gebieten auch wiederholt keine Farbabgabe stattfindet, so ist der Operator angehalten, Satelliten für das erste Messsystem anzubringen.

Ist es in der Mehrheit der Fälle erforderlich, die beiden Messsysteme gekoppelt anzuwenden, so ist es in besonderen Fällen möglich, Farbauftragvorrichtungen zu verwenden, deren Positionsbestimmung sich ausschließlich auf Methoden der Eigennavigation stützt. Diese Art der Positionsbestimmung kann ausreichen, wenn ein schon existierender, älterer Farbauftrag eine Restauration oder Farbauffrischung erfahren soll oder um bei einem Erstanstrich das Bild in kleinen Ecken und Nischen ausgehend von bereits Gemaltem zu vervollständigen. Ein solches System enthält als Komponenten der Eigennavigation beispielsweise zur Wand gerichtete Scanner, einen Geschwindigkeitssensor zur Messung der Vorschubgeschwindigkeit relativ zur Wand und einen Drehgeschwindigkeitssensor mit Messachse senkrecht zur Wand. Das beschriebene System findet seine Position, indem bereits gemalte Bereiche der Objektfläche durch Überfahren erfasst werden und diesen erfassten Bildausschnitten der gespeicherte Original-Bildausschnitt zugeordnet wird.

Eine vorteilhafte Weiterbildung gemäß Anspruch 2 schlägt ein erstes Messsystem vor.

Sämtliche Varianten des ersten Messsystems besitzen Satelliten als Teilkomponenten, die von einem Operator zu Beginn des Arbeitsablaufs an definierte Punkte positioniert werden. Dieses Messsystem zeichnet sich weiterhin dadurch aus, dass es geeignet ist, ein Referenzkoordinatensystem zu bilden. Es ist dabei erforderlich, dass Sichtkontakt zwischen den Satelliten und einer Messstelle besteht. Dies ist nicht immer gegeben. Jedoch lässt sich durch Anbringung vieler Satelliten eine hohe Abdeckung der Objektfläche erreichen. Dieses Messsystem oder Teile davon kann sowohl der Erfassung der Eigenschaften der Objektfläche als auch der Positionsbestimmung der Farbauftragvorrichtung dienen. Die Verwendung ein und desselben ersten Messsystems ist dabei nicht notwendigerweise erforderlich, jedoch für das gesamte Arbeitsverfahren sehr hilfreich, da dadurch für den gesamten Arbeitsablauf ein ein-

heitliches Koordinatensystem verwendet wird. Vom Prinzip her erfasst dann das erste Messsystem die Objektfläche und zusätzlich das Farbauftragsystem.

Oft wird die Positionsinformation oder Farbinformation in einem Satelliten generiert. Wenn die Positionsinformation generell in den Satelliten generiert wird, so muss eine (Echtzeit-) Datenübertragung zwischen den Satelliten und einer eventuell zwischengeschalteten Rechereinheit und der Farbauftragvorrichtung stattfinden. Hierfür sind kabellose Verfahren für die Übertragung besonders praktikabel.

Somit dient das vorbeschriebene erste Messsystem der Erfassung der Beschaffenheit der Objektfläche und/oder der fortlaufenden Erfassung der Position der Farbauftragelemente relativ zur Objektfläche, wobei es einen oder mehrere Satelliten enthält, die sich in fester Position zur Objektfläche befinden. Der Satellit des ersten Messsystems enthält einen oder mehrere Sende- und/oder Empfangskomponenten eines berührungslosen Abstands- oder Winkelmesssystems, weiterhin eine oder mehrere Kameras, welche die Objektfläche oder Teile davon bildlich erfassen, weiterhin Mittel zur Beleuchtung der Objektfläche, weiterhin eine Laserquelle mit vorgeschalteten Strahlscanner, weiterhin einen fotoelektrischen Wandler, weiterhin Mittel zur Modulation bzw. Demodulation und/oder der Taktung von elektrischen Signalen sowie weiterhin Mittel zur Speicherung und/oder Übertragung von Messdaten. Weiterhin enthält das erste Messsystem mit den Farbauftragelementen und/oder der Objektfläche fest verbundene, eine oder mehrere Sende- und/oder Empfangskomponenten des berührungslosen Abstands- oder Winkelmesssystems, weiterhin eine oder mehrere Marken definierter Form, die eine im Vergleich zum Gehäuse der Farbauftragvorrichtung und/oder zur Objektfläche stark-unterschiedliche Reflektivität aufweisen und/oder Licht und/oder Wärme ausstrahlen, weiterhin Mittel zur Modulation/Demodulation und/oder Taktung von elektrischen Signalen sowie weiterhin Mittel zur Speicherung und/oder Übertragung von Messdaten. Bei der Marke kann es sich um einen Tripelspiegel handeln.

Die mindestens zwei Satelliten enthalten mindestens einen PSD oder eine Kamera. Weiterhin kann in den Satelliten sowie in weiteren Komponenten des ersten Messsystems oder im Farbauftraggerät selbst eine Quelle enthalten sein, welche elektromagnetische Wellen aussendet. Die Abbildung der Objektfläche kann mithilfe der in Satelliten des ersten Messsystems enthaltenen Kameras vorgenommen werden. Die Geometrie der Objektfläche wird vorzugsweise aus der Abbildung von mindestens einem festen Satelliten aus mittels mindestens einer Kamera erfasst, welche im sichtbaren oder infraroten Bereich empfindlich ist.

Weiterhin kann die Objektfläche erfasst werden, indem von mindestens einem Satelliten aus ein Laserstrahl über die Objektfläche zeilenweise und/oder spaltenweise gemäß eines defi-

nierten zeitlichen Ablaufs geführt wird. Das an der Objektfläche gestreute Licht oder die abgestrahlte Wärme wird durch mindestens eine im sichtbaren oder IR-Bereich messende Kamera, Fotodetektor oder IR-Detektor gemessen. Aus den Messdaten wird eine Abbildung der Objektfläche unter Berücksichtigung des zeitlichen Ablaufs der Strahlführung des Laserstrahls zusammengesetzt.

Die Punkte der Objektfläche in der Abbildung können hervorgehoben werden, indem mindestens eine Marke an diesen angebracht wird und diese mit erfasst wird.

Module an einem oder mehreren fixen Fernpunkten können vor der Objektfläche positioniert werden, welche eine Laserquelle, eine Strahl-Ablenkeinheit, einen fotoelektrischen Detektor sowie eine Steuerung enthalten, wobei als Marken Tripelspiegel dienen.

Die farbliche Beschaffenheit der Objektfläche kann erfasst werden, beispielsweise durch Messung des von Punkten der Objektfläche ausgehenden Streulichtes mithilfe fotoelektrischer Wandler. Die farbliche Beschaffenheit kann über Bereiche gemittelt werden.

Das erste Navigationssystem kann nach einem Winkelmessverfahren arbeiten, wobei die Farbauftragvorrichtung mindestens eine Quelle enthält, welche elektromagnetischen Wellen emittiert. Außerdem enthalten die Satelliten fotoelektrische Sensoren, welche die Richtung der einfallenden elektromagnetischen Wellen detektieren. Weiterhin enthalten die Satelliten des ersten Navigationssystems vorzugsweise mindestens ein PSD und/oder eine Kamera, während das mindestens eine weitere Teilsystem des ersten Navigationssystems elektromagnetische Strahlung einer Wellenlänge emittiert, die von dem mindestens einen Satelliten detektiert werden kann.

Weiterhin können die Satelliten Mittel zur bildlichen Darstellung mindestens eine Kamera enthalten, die so positioniert ist, dass sie die Objektfläche oder Teile davon sowie die Farbauftragvorrichtung oder Teile davon bildlich erfasst, wobei Merkmale der Farbauftragvorrichtung in den Abbildungen in einem Rechner identifiziert werden und aus der Lage der Position der Merkmale die Position der Farbauftragvorrichtung bestimmt wird.

Abbildungen des Farbauftraggerätes und der Objektfläche oder Teile davon können mithilfe einer oder mehrerer Kameras vorgenommen werden, welche im sichtbaren oder infraroten Bereich empfindlich sind und so an mindestens einem fixen Fernpunkt vor der Objektfläche aufgebaut werden, sodass sie die Objektfläche oder Teile davon erfassen. Die Abbildung des Farbauftraggerätes und/oder der Objektfläche oder Teile davon kann so vorgenommen werden, indem von einem fixen Fernpunkt aus ein gebündelter Lichtstrahl oder ein Laser-

strahl über die Farbauftragvorrichtung und Objektfläche zeilenweise und/oder spaltenweise gemäß eines definierten zeitlichen Ablaufs geführt wird und das an der Farbauftragvorrichtung und/oder der Objektfläche gestreute Licht oder die abgestrahlte Wärme durch mindestens eine im sichtbaren oder im IR-Bereich messende Kamera, Fotodetektor oder IR-Detektor gemessen wird und aus den Messdaten eine Abbildung der Farbauftragvorrichtung und/oder der Objektfläche unter Berücksichtigung des zeitlichen Ablaufs der Strahlführung des gebündelten Lichtstrahls oder Laserstrahls zusammengesetzt wird.

Die fixen Fernpunkte bestehen vorzugsweise aus Modulen, die eine Laserquelle, eine Strahl-Ablenkeinheit, einen fotoelektrischen Detektor sowie eine Steuerung enthalten, wobei als Marken vorzugsweise Tripelspiegel dienen.

Vorzugsweise wird eine fortlaufende Bestimmung der eigenen Position des Farbauftraggerätes bezüglich zumindest einem Teil der zur Objektfläche fixen Fernpunkte, auf deren Basis die Objektfläche erfasst wurde, vorgenommen.

Gemäß der Weiterbildung in Anspruch 3 basiert das Messverfahren auf einer berührungslosen Abstands- und/oder Winkelmessung. Dies kann mittels Licht, Infrarot, elektromagnetischen Wellen oder Ultraschall erfolgen. Zum Zwecke der Bestimmung der Position der Farbauftragvorrichtung sind bewegliche Positionsmesseinheiten in dieser enthalten. Zum Zwecke der Erfassung der Geometrie der Objektfläche kann entweder die Farbauftragvorrichtung oder es können auch leichte, autarke Module, die bewegliche Positionsmesseinheiten enthalten, von Hand an Punkte der Objektfläche geführt werden, wobei an den Punkten durch Quittierung durch den Operator eine Messdatenspeicherung erfolgt.

Satelliten sowie bewegliche Positionsmesseinheiten können als Sender und/oder als Empfänger arbeiten. Gemessen werden Laufzeiten oder Winkel zwischen den einzelnen Systemen.

In einem Beispiel werden an mindestens zwei festen Positionen PSDs (Position Sensitive Device) montiert sein, welche die Rolle der Satelliten übernehmen und die Objektfläche oder Teile davon erfassen. PSDs können eindimensional oder zweidimensional mithilfe einer vorgeschalteten Linse den Lichteinfallswinkel hochgenau bestimmen, indem sie die Schwerpunktlage der einfallenden Lichtintensitätsverteilung anzeigen. Eine LED als Lichtquelle kann als bewegliche Positionsmesseinheit dienen und von den PSDs geortet werden. Die Messsignale aller PSDs werden sodann einem Rechner zugeführt und die Position der aus den gemessenen Winkeln berechnet. Anstelle der PSDs können Kameras die Funktion der Satelliten übernehmen. Auch diese sind für die Messung des Lichteinfallswinkels geeignet,

indem beispielsweise die Lage des Lichtpunktes der LED auf dem Bild ausgewertet wird. Auch lässt sich der Lichtpunkt der LED vor dem Hintergrund von Störlicht auf dem Kamerabild mithilfe von Bilderkennungsverfahren extrahieren.

Werden mehr als eine Lichtquelle verwendet oder ist Störlicht vorhanden, so können wellenlängenselektive Verfahren, polarisationssensitive Verfahren, Multiplexverfahren oder Modulationsverfahren verwendet werden.

Neben den Winkelmessverfahren sollen an dieser Stelle die licht- bzw. laserbasierten Abstandsmessverfahren genannt werden. Diese beruhen beispielsweise auf der Laufzeitmessung sowie auf Interferenzmessung.

Bei Verwendung von Ultraschall für die berührungslose Distanzmessung ist beispielsweise ein System aus kombinierten Ultraschall-Sende/Empfänger-Einheiten einsetzbar, die in der Regel Laufzeitmessungen untereinander vornehmen und nach bekannten Verfahren aus der Transpondertechnik alle Einheiten untereinander in Kontakt stehen. Auch bei der Verwendung von Ultraschall besteht das Problem, auf der gesamten Fläche Sichtkontakt zwischen den bewegten Positionsmesseinheiten und den Satelliten zu wahren. Auch hier ist es sinnvoll, sehr viele Satelliten zu verteilen.

Eine weitere Variante des ersten Messsystems schlägt gemäß der Weiterbildung in Anspruch 4 vor, dass das Messverfahren auf einem abbildenden Verfahren basiert. In dieser Variante wird die Objektfläche und/oder die Farbauftragvorrichtung durch Abbildung derselben erfasst, beispielsweise mit in einem oder mehreren Satelliten enthaltenen (IR-) Digitalkameras. Aus den resultierenden Abbildungen lassen sich sodann die Position der Farbauftragvorrichtung sowie die Geometrie sowie Farbverteilung der Objektfläche mittels einer nachgeschalteten Mustererkennungsmaschine bestimmen. Es kann für die Mustererkennungsmaschine hilfreich sein, einzelne Punkte der Objektfläche und/oder der Farbauftragvorrichtung besonders zu kennzeichnen, beispielsweise durch vorherige Anbringung von Marken mit charakteristischem Kontrast oder Geometrie (beispielsweise Kreuze). Diese können beispielsweise kleine (modulierte, gemultiplexte etc.) Licht- oder Wärmequellen sein. Auch sind spezielle Reflektoren oder Absorber als Marken geeignet.

Eine weitere Variante speziell zur Bestimmung der Position des bewegten Farbauftragsystems ergibt sich aus der Verwendung beweglicher Kameras. Diese kann einen Operator beispielsweise am Kopf in Blickrichtung tragen, wodurch sie den manuellen Arbeitsbereich stets erfassen. Mit drei Kameras, die starr auf einem Rahmen angebracht sind und mit einer nachgeschalteten Rechneinheit zur Merkmalsextraktion und -lokalisierung, können bei-

spielsweise die Koordinaten von beliebigen Raumpunkten aus dem Bildbereich der Kameras bestimmt werden. Werden auf diese Weise Flächenpunkte der Objektfläche und zusätzlich markante Punkte der Farbauftragvorrichtung gleichzeitig erfasst, so berechnet sich daraus die relative Position der Farbauftragvorrichtung zur Objektfläche nach Verfahren der Geometrie. Die Kameras können weiterhin durch ein Inertialmesssystem, das ebenfalls auf dem Rahmen angebracht ist, unterstützt werden. Das Inertialsystem erlaubt die Aufzeichnung vor allem der dynamischen Kopfbewegungen, was die virtuelle Verfolgung der markanten Punkte durch die Merkmallokalisation stark beschleunigt.

Eine weitere Variante schlägt die Weiterbildung gemäß Anspruch 5 vor. Bei dieser wird ein Laserstrahl, von einem oder mehreren Satelliten ausgehend, zeilenweise oder spaltenweise über den Arbeitsbereich, welche die Objektfläche oder Teile davon und/oder die Farbauftragvorrichtung enthält, mittels eines Strahlscanners geführt. In einer ersten Untervariante wird mittels Fotosensoren oder Kameras (im Folgenden als Detektoren bezeichnet), die sich in weiteren Satelliten oder zusammen mit der Laserquelle in einem gemeinsamen Gehäuse befinden, das entstehende Streulicht detektiert. Das zu jedem Zeitpunkt empfangene Streulicht kann entsprechend der Scan-Vorschrift wieder zu einem Bild zusammengesetzt werden. Damit handelt es sich um ein abbildendes Verfahren, wodurch alle diesbezüglichen vorgenannten Aussagen hier zutreffen (auch Marken etc.). Befinden sich die Detektoren und die Laserquelle in einem gemeinsamen Gehäuse eines Satelliten, so ist es besonders sinnvoll, dass es sich bei den Marken um Tripelspiegel handelt, die einfallendes Licht stets in Richtung der Quelle zurückwerfen.

In einer weiteren Untervariante sind fotoelektrische Wandler auf der dem Laserstrahl zugewandten Seite in der Farbauftragvorrichtung selbst und/oder an charakteristischen Punkten der Objektfläche zu deren Erfassung angebracht. Hier wird direkt der kreuzende Laserstrahl fotoelektrisch detektiert und die Position aus der gegebenen Scan-Vorschrift errechnet. Diese Variante erfordert eine hochgenaue gemeinsame Zeitbasis aller beteiligten Bausteine.

Die letzte Variante schließlich gemäß Anspruch 6 basiert auf einer Fernmessung. Geeignet zur Erfassung der Objektfläche sind lasergestützte, interferometrische Verfahren der Fernmessung, welche eine Laserquelle und einen Fotodetektor in einem Gerät vereinen, wobei emittierter und gestreuter Laserstrahl interferometrisch miteinander verarbeitet werden, um eine exakte Entfernungsinformation zu erhalten. Aus der bekannten Strahlenrichtung und der genauen Abstandsinformation lassen sich die Konturen der Objektfläche bestimmen.

Ein zweites Messsystem, welches der genannten Eigennavigation dient, schlägt die Weiterbildung gemäß Anspruch 7 vor. In der Regel können diese Systeme eine absolute Positi-

onsbestimmung nicht vornehmen. Es handelt sich um Verfahren zur Geschwindigkeitsmessung, der Trägheitsnavigation, der Messung terrestrischer Eigenschaften wie Schwerkraft (Lagesensor) oder Erdmagnetfeld (Magnetometer) und der Orientierung anhand eines kleinen Ausschnittes der Objektfläche.

Die terrestrisch bezogenen Messgrößen Lage und Nordrichtung liefern jeweils eine Winkelinformation. Diese ist für eine Navigation nicht hinreichend, kann jedoch zur Ergänzung anderer Navigationsverfahren wertvolle Stützstellen liefern. Trägheitsnavigationssysteme enthalten Gyroskope, welche Drehgeschwindigkeiten messen sowie Dreh- und/oder Linear-Beschleunigungssensoren. Die Position der Farbauftragvorrichtung wird durch ein- bzw. zweifache mathematische Integration gewonnen. Die Systeme können hochdynamische, un stetige Bewegungen gut verfolgen, werden aber durch die Aufintegration der Nullpunkt-driften und Nichtlinearitäten mit der Zeit und über größere Distanzen ungenau, sodass sie sich nicht für eine autarke Navigation eignen.

Relativ zur Objektfläche lässt sich die Geschwindigkeit an einem oder mehreren Punkten mit bekannten Verfahren bestimmen, etwa durch Messen der Rotationsgeschwindigkeit von Rollen, Rädern oder Kugeln, welche die Objektfläche berühren oder durch berührungslose optische oder akustische Verfahren der Relativgeschwindigkeitsmessung. Durch Messung der Geschwindigkeiten an mehreren Punkten lässt sich eine zusätzliche Drehgeschwindigkeitsinformation gewinnen.

Auch die Geschwindigkeitssensoren liefern für sich genommen keine ausreichende Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Die Position wird ebenfalls durch Aufintegration berechnet, was zu den vorstehenden Messungenauigkeiten führt. Zusätzlich wird durch Schlupf bei den mechanisch rollenden Verfahren bzw. durch Messausfälle optischer Verfahren im Falle eines optisch ungünstigen Untergrundes der Messwert verfälscht.

Die optische Erfassung des Untergrundes mittels zur Objektfläche gerichteter fotoelektrischer Wandler (Scanner, Kameras etc.) und anschließender Bildmerkmal-Extraktion kann ebenfalls Positionsinformationen liefern. Es kann sich um das bereits aufgetragene Bild, um ein Referenzmuster oder um bauliche Merkmale wie beispielsweise Kanten handeln. Die Orientierung an bereits aufgetragene Bildteile ist dann gut möglich, wenn diese kontrastreich sind. In der Regel jedoch sind bei großen Objektflächen nur wenige Bildteile ausreichend kontrastreich. Auch besteht die Gefahr der Fehlerfortpflanzung. Beispielsweise kann ein Scanner hochgenau die Unregelmäßigkeiten der Außenkante einer Wand erkennen, sodass durch eine einfache Steuerung der vollständige Farbauftrag auch im Detail an seitlich herausragenden Stellen möglich ist, ohne dass Farbe auf die benachbarte Wand gerät.



Eine Qualitätsverbesserung kann mithilfe optischer Sensoren dadurch erreicht werden, dass der Farbwert des Untergrundes vor und eventuell nach dem Farbauftrag bestimmt wird und daraus kontinuierlich und orts aufgelöst die abzugebenden Farbmengen in einem Regelalgorithmus berechnet werden.

Somit ist ein als zweites Messsystem bezeichnetes Positionsmesssystem mit den Farbauftragelementen verbunden. Es enthält die beschriebenen Sensoren zur Messung der Relativgeschwindigkeit zur Objektfläche, weiterhin zur Messung der Neigung, weiterhin zur Beschleunigung, und/oder Drehbeschleunigung, und/oder Drehrate, weiterhin zur Messung der Ausrichtung gegenüber dem Erdmagnetfeld, weiterhin zur Messung der Position gegenüber der orts aufgelösten Farbverteilung des Untergrundes sowie schließlich weiterhin zur Messung der absoluten Drehgeschwindigkeit und/oder der absoluten Drehbeschleunigung.

Gemäß der Weiterbildung in Anspruch 9 kann mittels der vorbeschriebenen Positionsmessverfahren auch die Objektfläche erfasst werden. Die Erkennung und Digitalisierung der Objektflächen und der Position von Störungen der Malfläche, wie sie beispielsweise durch Türen und Fenster, Vorsprünge, Balkone, Fensterbänke, Absätze, Blitzableiter, Dachrinnen, Schalter, Lampen oder andere auf Hauswänden zu findende Accessoires dargestellt werden, wird mittels eines ersten Messsystems vorgenommen, welches nach dem Verfahren arbeitet, nach dem auch das Navigationssystem des Farbauftragsystems arbeitet. Es bildet den ersten Arbeitsschritt. In diesem können auch die Farbeigenschaften des Untergrundes elektronisch erfasst und für die spätere Farbanpassung herangezogen werden. Auch ist die Qualität des Flächengrundes zu bewerten und nötigenfalls durch weitere Vorarbeiten, wie beispielsweise das Ausbessern des Putzes, das Aufbringen eines Grundanstriches etc. zu verbessern.

Somit kann die Geometrie der Objektfläche erfasst werden, indem mindestens zwei Satelliten, welche Sende- und/oder Empfangskomponenten eines berührungslosen Entfernung- oder Winkelmesssystems enthalten, an festen Positionen zur Objektfläche positioniert werden. Auch kann eine weitere Komponente des ersten Messsystems oder das Farbauftraggerät selbst, die mindestens eine Sende- oder Empfangskomponente des verwendeten berührungslosen Entfernung- oder Winkelmesssystems enthält, an charakteristische Punkte der Objektfläche geführt und die dortige Position gemessen und gespeichert.

Gemäß der Weiterbildung in Anspruch 10 wird die Position der Auftragseinrichtung kontinuierlich gemessen. Vorzugsweise werden für die fortlaufende Bestimmung der Position der Farbauftragelemente Messdaten der ersten und zweiten Positionsmesssysteme verwendet.

Gemäß der Weiterbildung in Anspruch 11 ist der Abstand zwischen der Auftragseinrichtung und der Objektfläche einstellbar. Dabei wird der Abstand der Farbauftragelemente von der Objektfläche durch einen aktiven Regelmechanismus eingestellt, indem dieser ständig mit Abstandssensoren gemessen wird und die senkrechte Position der Farbauftragelemente zur Objektfläche mithilfe einer Regelvorschrift von einem oder mehreren Stellmotoren nachgeführt wird.

Bei der Bewegung der Farbauftragvorrichtung über die Oberfläche muss sichergestellt werden, dass der Abstand und Winkel der Farbauftragelemente zur Objektfläche innerhalb einer vorgeschriebenen Toleranz liegen. Der Toleranzwert resultiert dabei aus den Eigenschaften der Farbauftragelemente und den Eigenschaften der Farbauftragssteuerung. Die technischen Möglichkeiten sind sehr vielfältig und können durch Verfahren abgedeckt werden, die als solche bekannt sind. Beispielsweise seien an dieser Stelle Räder, Kugeln, Rollen, auch Malerrollen oder Gleitelemente aufgeführt, welche gewährleisten, dass das Gerät in konstantem Abstand möglichst geradlinig oder parallel über die Fläche geführt werden kann. Besitzen die Laufflächen eine gewisse Elastizität und Auflagefläche, so können kleine Unebenheiten der Objektfläche ausgeglichen werden. Es ist vorteilhaft im Zusammenhang mit der Verarbeitung langsam trocknender Farben, wenn die Mittel zum Verfahren auf der Objektfläche seitlich von den Farbauftragelementen überragt werden. Zusätzlich ist eine elektronische oder rechnergestützte Regelung der Distanz und des Winkels der Farbauftragelemente zur Objektfläche möglich, beispielsweise durch Verwendung optischer Sensoren zur Messung des Abstandes an verschiedenen Punkten sowie Stellmotoren, welche die Position und Winkel des Farbauftragkopfes verändern können.

Als Vorrichtung zum Halten und Verfahren sind an Hochhausfassaden beispielsweise Vorrichtungen nach Art der bekannten Fassadenkörbe geeignet, indem beispielsweise eine Seilrolle auf einer Schiene an der Oberkante der senkrechten Fläche beweglich verfahrbar ist, dessen Seilende mit der Farbauftragvorrichtung verbunden ist. Auf diese Weise können mit einer geeigneten Computersteuerung alle Koordinaten der Wandfläche angefahren werden. Weitere Möglichkeiten des Führens der Farbauftragvorrichtung bietet die Verwendung von Kranarmen oder Auslegern, an deren Ende die Farbauftragvorrichtung montiert wird. Diese werden vor der Objektfläche von einer festen Plattform ausgehen. Aus der relativen Positionierung aller Kranarme lässt sich die räumliche Position und Winkel der Farbauftragvorrichtung bestimmen. Es sei jedoch angemerkt, dass gerade bei großen Flächen oder im Außenbereich aufgrund der Elastizitäten in solchen Systemen eine für den Farbauftrag ausreichend genaue Positionsbestimmung nicht möglich ist, so dass sich die Positionsbestimmung besser auf die sensorischen Messsysteme stützen sollte.

Ein frei an einer Fassade verfahrenes erfindungsgemäßes Gerät enthält die Komponenten der Farbauftragvorrichtung und wird durch einen Unterdruck-Ansaugmechanismus an die Oberfläche gepresst. Das Gerät kann entweder durch eine Fernbedienung von einer Person gesteuert werden oder es überfährt in eigenständiger Weise durch eine Rechnersteuerung die noch nicht bemalten Bereiche der Objektfläche.

Gemäß der Weiterbildung in Anspruch 12 wird die Bewegung der Auftragseinrichtung manuell durchgeführt. Bei diesem manuellen Antrieb wird die Vorrichtung stets mittels eines Handgriffes von einer Person geführt, welche die Vorrichtung an die Objektfläche drückt. Für die Person gestaltet sich der Arbeitsgang deshalb ähnlich wie beim bekannten Anstreichen mit Pinsel oder Rolle. Die Führung des Farbauftraggerätes erfolgt somit mittels eines Handgriffes manuell, indem das Farbauftraggerät an die Objektfläche angedrückt und manuell verfahren wird.

Die Alternative gemäß Anspruch 13 schlägt eine halbautomatische Durchführung der Bewegung der Auftragseinrichtung vor. Hier sorgen beispielsweise eingebaute Motoren für einen gleichmäßigen Vorschub. Die Person hält die Vorrichtung gegen die Objektfläche und folgt der Bewegung des automatischen Vorschubs. Somit wird das Farbauftraggerät an die Oberfläche angedrückt und die Vorschubgeschwindigkeit wird durch einen motorischen Antrieb bestimmt.

Schließlich ist gemäß Anspruch 14 auch eine vollautomatische Bewegungsführung möglich. Somit erfolgt die Bewegung der Farbauftragsvorrichtung in einer vollautomatisierten Variante ohne Zutun einer Person. Im Falle der vollautomatisierten Bewegung wird die Farbauftragvorrichtung durch Vorrichtungen gehalten und verfahren und im optimalen Winkel und Abstand zur Objektfläche geführt, wobei die Fahrroute durch einen Rechner unter Berücksichtigung der schon gemalten Bereiche bestimmt wird. Das Farbauftraggerät wird durch einen Unterdruckmechanismus an die Objektfläche angesaugt und der Fahrweg durch einen Rechner vorgegeben.

Die Weiterbildung gemäß Anspruch 15 schlägt vor, dass die Auftragseinrichtung Düsen, insbesondere Spritzdüsen aufweist. Diese können gemäß Anspruch 16 in eine Reihe, insbesondere in einer Matrixanordnung angeordnet sein.

Somit erfolgt der Auftrag der Farbe auf die Objektfläche mithilfe von Arrays aus Farbauftragselementen, welche zur Objektfläche gerichtet sind. Diese bestehen beispielsweise aus parallel angeordneten Zeilen von Farbsprühdüsen, wobei alle Farbsprühdüsen einer Zeile

beispielsweise für den Auftrag einer Grundfarbe vorgesehen sind. Es ist vorteilhaft, dass das Array aus Farbauftragelementen seitlich die Konturen der übrigen Farbauftragvorrichtung überragt. Auf diese Weise kann leicht bis an konkave Grenzkannten der Objektfläche verfahren werden, und es eröffnet sich ferner die Möglichkeit, langsam trocknende Farbe zu verarbeiten, da die Farbauftragelemente seitlich auch die Führungsrolle um einen Überlapp übernehmen und beim seitlichen Ansetzen an bereits bemalte, noch feuchte Bereiche ein Verschmieren vermieden wird. Im Falle eines einfarbigen Farbauftrages ist eine Reihe von Farbdüsen ausreichend. Im Falle eines mehrfarbigen Farbauftrages hat sich aus anderen Bereichen, z. B. der Mal- und Drucktechnik, die Verwendung von mindestens drei Grundfarben bewährt, wobei diese so gewählt sind, dass sich beliebige Farbtöne durch Addition der Grundfarben darstellen lassen.

Die technischen Möglichkeiten zur Realisierung von Farbdüsenarrays sind vielfältig. Die verwendeten einzelnen Farbdüsen können nach verschiedenen Verfahren aus dem Stand der Technik arbeiten. Beispielsweise seien hier das Druckluftspritzen, das Niederdruckspritzen, das Airless-Spritzen, das Airmix-Spritzen, das superkritische Spritzen und das Heisspritzen beispielhaft genannt. Es sei lediglich als Beispiel ein Array aus einzelnen Farbdüsen nach dem Airless-Spritzverfahren angeführt, wobei die Farbabgabe der einzelnen Farbdüsen durch Steuerung der Farbzuführung mithilfe von elektrisch schaltenden Ventilen erfolgt, die beispielsweise in einem den Farbdüsen vorgelagerten Ventilblock enthalten sind. Sinnvollerweise wird zur Schaffung reproduzierbarer fluidischer Verhältnisse der vor den Ventilen anstehende Farbeingangsdruk auf einen konstanten Wert mittels einer Druckregelung, die sich auf einen Drucksensor stützt, geregelt. Andere Varianten benötigen zusätzlich eine Druckluftversorgung.

Ebenso können Drop-on-Demand-Verfahren in einer Farbauftragvorrichtung Verwendung finden, die gezielt einzelne Tropfen erzeugen und gegen die Bearbeitungsfläche schleudern. Nach diesem Verfahren arbeitende Druckelemente werden beispielsweise in Computruckern eingesetzt. Die Verwendung dieser Verfahren für die erfindungsgemäßen Farbauftragvorrichtungen erfordern jedoch Umänderungen des Designs der Druckköpfe, da keine hohe Auflösung, sondern hohe Tropfengeschwindigkeiten und hoher Farbdurchsatz angestrebt wird. Dies kann beispielsweise durch größere Kanaldurchmesser und einen höheren Energieeinsatz zur Beschleunigung der Tropfen erreicht werden.

Vorzugsweise werden schnell trocknende Farben für den Farbauftrag verwendet. Ist dies nicht möglich, so sind Farben für den Einsatz zu bevorzugen, die bei Zugabe von Wärme, UV-Strahlung oder eines Luftstromes schnell härten. Die Farbauftragsvorrichtung enthält

dann Vorrichtungen an der Unterseite zur Trocknung/Abbindung oder Fixierung, beispielsweise eine UV-Lampe, ein Gebläse oder einen Wärmestrahler.

In einer Variante werden neben der eigentlichen Farbschicht in einem Arbeitsgang weitere Schichten aufgetragen, beispielsweise eine Grundschicht oder Abschlussschicht oder eine Schicht, welche die Farbschicht chemisch bindet. Hierfür können Farbauftrags Elemente des Arrays verwendet werden oder weitere Farbauftrags Elemente in Bewegungsrichtung vor bzw. hinter den eigentlichen Farbdüsen angeordnet sein. Diese können konstruktiv gleich oder andersartig als die eigentlichen Farbdüsen gestaltet sein.

Eine Grundschicht kann auch eine Dispersionsfarbe sein, in die die Farbpartikel im Zuge des Farbauftrages eingebettet werden.

Eine Grundschicht kann auch vor dem Farbauftrag konventionell als geschlossene Schicht aufgetragen werden, wobei die Farbschicht die Grundschicht während des Farbauftrages kurzzeitig anlässt und so die Farbpartikel in die Grundschicht eingebettet werden. Letzteres Verfahren eröffnet auch die direkte Verwendung von trockenen Farbpigmenten und Verwendung entsprechender bekannter Auftragverfahren.

Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Farbauftragverfahrens sind in den Zeichnungen gezeigt:

Fig. 1 zeigt das Farbauftragverfahren schematisch.

Fig. 2 zeigt die Komponenten des Farbauftragsystems 1 schematisch. Eine Computersteuerung ist mit Anzeige-/Bedienelementen, mit Vorrichtungen für den Farbauftrag, mit einem ersten und zweiten Meßsystem verbunden, wobei das erste Meßsystem sich auf Fernpunkte stützt, die in Satelliten implementiert sind und das zweite Meßsystem Komponenten wie Scanner, Kamera, Neigungssensor, Magnetometer, Tachometer, Distanzsensor, Inertialsystem enthalten kann, welche sich nicht auf Fernpunkten stützen.

Fig. 3 zeigt einen Farbauftragkopf 24 der Farbauftragvorrichtung 1, bestehend aus drei Zeilen von Farbsprühdüsen 20, 21, 22. Die Farbzufuhr erfolgt über die Anschlüsse 11.

Fig. 4

Farbauftragkopf 24 mit zusätzlichen Farbauftragelementen 23 zum Auftrag einer Grundierung oder Deckschicht. Eine optional eingebaute UV- Lichtquelle 25 dient der Härtung einer aufgetragenen Farbschicht.

Fig. 5

zeigt ein erstes Messsystem nach einem Winkelmessverfahren. Dieses besteht in dem Ausführungsbeispiel aus zwei modulierten Lichtquellen 5, welche beispielsweise als LEDs ausgeführt sind und sich auf der Farbauftragvorrichtung 1 befinden. An festen Positionen zur Objektfläche 12 sind Satelliten des ersten Meßsystems 13 mittels Befestigungsvorrichtungen 19 befestigt, die jeweils eine optische Fokussiereinheit 15 und das eigentliche Messelement, einen PSD 14 enthalten. Das Ausführungsbeispiel zeigt ebenfalls, wie durch Verwendung von unterschiedlich moduliertem Licht 18 und 17 die Position von mehr als einer Lichtquelle bestimmt wird und dadurch am dargestellten Beispiel die Verdrehung der Farbauftragvorrichtung 1 um die Senkrechte zur Wand bestimmt werden kann.

Fig. 6

zeigt ein erstes Messsystem nach einem abbildenden Verfahren, unterstützt durch Marken 26 an der Farbauftragvorrichtung 1 und an der Objektfläche 12. Die Marken 26 an der Objektfläche wurden im Zuge der Erfassung dieser angebracht. Dargestellt ist ebenfalls das Projektionsbild der Objektfläche 12 und der Marken 26 auf dem Kamerachip 27.

Fig. 7

zeigt das Ausführungsbeispiel einer Marke 26 für die Anbringung auf der Objektfläche. Diese wird z.B. durch eine transparente Grundplatte 28 an der Messstelle befestigt. In dem Beispiel ist die Lichtquelle 5 eine LED, welche sich in einem Abstand 29 zur Grundfläche befindet. Der Abstand 29 entspricht dem Abstand, den eine Marke auf der Farbauftragvorrichtung zur Objektfläche hat. Dadurch befinden sich im Falle der Anbringung der Marken direkt auf eine ebene Objektfläche alle Marken in einer Ebene.

Fig. 8

zeigt ein erstes Messsystem unter Verwendung eines Laserscanners, bestehend aus einer Laser-Quelle 32 und einer Strahlableitvorrichtung 33, und einem integrierten fotoelektrischen Wandler 34. Der Laserstrahl wird hierbei gemäß einer zeitlich fest definierten Ablenkvorschrift über die Objektfläche 12 und die Auftragvorrichtung 1 geführt und das gestreute Licht 31 mit dem fotoelektrischen Wandler 34 erfasst.

Fig. 9

zeigt eine Farbauftragvorrichtung 1 mit zwei Zeilen von fotoelektrischen Wandlern 35 zur Verwendung in Verbindung mit dem Laserscanner nach Fig. 9 als Satellit. Diese detektieren den kreuzenden Laserstrahl und ermöglichen aus der bekannten Scan-Vorschrift eine Positionsbestimmung der Farbauftragvorrichtung.

Fig. 10

zeigt das beispielhaft ein Ablaufschema der Positionsbestimmung mittels eines ersten und zweiten Messsystems nach dem oben beschriebenen Verfahren

Fig. 11

zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Farbauftragvorrichtung 1 für das erfindungsgemäße Verfahren von der Unterseite. Diese ist für die Bearbeitung großer Flächen geeignet. Dargestellt ist ein Array aus Farbauftragelementen, Rollen 3 zum Verfahren der Farbauftragvorrichtung und zur Herstellung eines konstanten Farbdüsensabstandes von der Objektfläche, ein Handgriff 10, eine Medienzuführung 11 für die physische und digitale Medienübertragung, zwei optische Geschwindigkeitssensoren 7 als Teile des zweiten Meßsystems zur Messung der Relativgeschwindigkeit zur Objektfläche. Zwei Lichtquellen 5 als Teil des ersten Meßsystems, das nach einem Winkelmeßverfahren arbeitet, sind gestrichelt dargestellt, da sie sich auf der Oberseite der Farbauftragvorrichtung 1 befinden. Das Array aus Farbauftragelementen 2 ist so ausgeformt, daß es die seitlichen Abmessungen der Rollen 3 um einen Überlapp 51 überträgt. Auf diese Weise läßt sich durch eine entsprechende Bearbeitungsweise auch langsam trocknende Farbe auftragen, da vermieden werden kann, daß die Rollen 3 zuvor aufgetragene frische Farbe überfahren.

Fig. 12

zeigt das Ausführungsbeispiel der Farbauftragvorrichtung von Fig. 11 von der Seite in einer Schnittdarstellung. Erkennbar ist zusätzlich zu Fig. 11 der Rechner 4 und ein Inertialmesssystem 6 als Teil des zweiten Meßsystems, das in dem Beispiel zusammen mit den Geschwindigkeitssensoren 7 zusätzliche Positionsinformationen zum ersten Messsystem liefert. Das Inertialsystem enthält beispielsweise einen Drehratensensor zur Messung der Drehgeschwindigkeit der Farbauftragvorrichtung um deren Achse senkrecht zur Wand, einen Beschleunigungssensor zur Messung der Beschleunigung in Bewegungsrichtung. Ein Drucksensor 53 ermöglicht die Regelung des Vordruckes in der Farbzuführung.

Fig. 13

zeigt das Ausführungsbeispiel einer Farbauftragvorrichtung 1 für das erfindungsgemäße Verfahren, speziell geeignet für Ausbesserungen/Nachbearbeitungen. Das Gerät besitzt Gleitelemente 3 zur Bewegung auf der Objektfläche 12 und einen Farbauftragkopf 24, welcher speziell in den Randbereichen geneigte Farbdüsen 37 aufweist. Auf diese Weise kann auch in stark konkaven Ecken und Kanten Farbe appliziert werden. Ein zur Objektfläche gerichteter Bildscanner 38 ermöglicht die Erfassung eines Bildausschnittes und damit die Identifikation der Bildposition. Diverse Anzeige- und Bedienelemente 36 erlauben die Steuerung der Vorrichtung.

Fig. 14

zeigt das Ausführungsbeispiel einer Farbauftragsvorrichtung 1 mit automatischer Regelung des Abstandes der Farbauftragelemente 2 von der Objektfläche 12, und der Möglichkeit des gleichzeitigen Auftrags einer feuchten Grundschicht mittels integrierter Malerrolle 40. Das Gerät ermöglicht den Farbauftrag in ähnlicher Weise, wie aus der Verwendung von Malerrollen üblich ist. In der Nabe der Rolle befindet sich koaxial ein Stellmotor 41, der den Teil der Farbauftragvorrichtung 1 mit den Farbdüsen 2 gegenüber dem Griff mit Medienzufuhr 43 verstellen kann. In der Stellung 42 wird ausschließlich Grundierung, beispielsweise Dispersionsfarbe in der üblichen Weise aufgetragen. Nach dem Auftrag der Grundierung an eine bestimmte Stelle der Objektfläche wird der Teil der Farbauftragvorrichtung 1, der die Farbdüsen 2 enthält, durch den Stellmotor zu der Objektfläche hin gedreht, wobei der Abstand der Düsen 2 zur Objektfläche mit Hilfe von Distanzsensoren 39 auf einen konstanten Wert geregelt wird. In dem Beispiel überragen die lateralen Abmessungen des Farbauftragkopfes die Rollen 40 seitlich.

Fig. 15

zeigt eine typische Abstandsregelung für Verwendung in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 14.

Fig. 16

erläutert den Farbauftrag auf eine Objektfläche mit Hilfe einer Farbauftragvorrichtung gemäß des Ausführungsbeispiels nach Fig. 14. Der Untergrund 45 wird dabei an den Stellen 46, 44 allein durch Verwendung der Malerrolle grundiert. Ist die Grundierung zufriedenstellend, so wird dem Farbauftraggerät 1 durch den Operator der Befehl zur eigentlichen Farbabgabe gegeben. Der Operator hat bei der Vervollständigung des Bildes dabei darauf zu achten, daß die Grenze des Bereiches der zuvor aufgetragenen Farbe 47 stets innerhalb des Überlapps zwischen Farbauftragkopf und Rolle der Farbauftragvorrichtung zu liegen hat.



Fig. 17

zeigt eine autonome Farbauftragvorrichtung als Fassaden-System. Die Farbauftragvorrichtung ist hierfür an einem Seil aufgehängt, welches in einer Seilrolle mündet und die senkrechte Bewegung ermöglicht. Die Seilrolle selbst wird zur horizontalen Bewegung auf einer Schiene am oberen Ende der Wand geführt.

Fig. 18

zeigt eine autonome Farbauftragvorrichtung mit einem Unterdruck-Ansaugmechanismus 50. Dieser ermöglicht das freie Verfahren besonders an großen, senkrechten Fassaden. Aus der Positionsbestimmung und der Kenntnis der bereits abgefahrenen Bereiche berechnet die Farbauftragvorrichtung selbsttätig die Verfahrroute. Zur Bewegung auf der Objektfläche werden vorzugsweise drei Rollen 3 verwendet, welche teilweise lenkbar sind.

## Bezugszeichenliste

- 1 Farbauftragvorrichtung
- 2 Array aus Farbauftragelementen
- 3 Rollen/Gleitelemente
- 4 Rechner
- 5 Lichtquelle, Wärmequelle
- 6 Inertialmesssystem als Teil des zweiten Messsystems
- 7 Optischer Geschwindigkeitssensor als Teil des zweiten Messsystems
- 8 Farbreservoir
- 9 Batterie
- 10 Handgriff
- 11 Medienzuführung
- 12 Objektfläche
- 13 Satellit des ersten Messsystems
- 14 PSD oder Kamera
- 15 Optische Fokussierung
- 16 Hindernis, Störung
- 17 Strahlverlauf moduliertes Licht 1
- 18 Strahlverlauf moduliertes Licht 2
- 19 Befestigung
- 20 Farbdüsen für eine erste Grundfarbe
- 21 Farbdüsen für eine zweite Grundfarbe
- 22 Farbdüsen für eine dritte Grundfarbe
- 23 Farbauftragelemente für den Auftrag einer Grundierung oder Deckschicht
- 24 Farbauftragkopf
- 25 UV-Quelle zur Schichthärtung
- 26 Marke
- 27 Kamera-Chip mit Projektion
- 28 Grundplatte, transparent
- 29 Bezugs-Abstand
- 30 Emittierter Laserstrahl
- 31 Gestreuter Strahl
- 32 Laser-Quelle
- 33 Strahlableitenheit
- 34 Fotoelektrischer Wandler

- 35 Reflektierende Marke (Tripelspiegelstruktur) bzw. fotoelektrisches Wandlerar-  
ray
- 36 Anzeige-/Bedienelemente
- 37 Farbauftragkopf, geneigt
- 38 Bildscanner
- 39 Distanzsensor
- 40 Malerrolle
- 41 Koaxial-Stellmotor
- 42 Grundierposition
- 43 Griff mit Medienzufuhr
- 44 Frische Grundierung
- 45 Untergrund
- 46 Grundierung
- 47 Dekorativer Farbauftrag
- 48 Horizontale Führung
- 49 Fahrzeug mit Seilrolle, mit Eigenantrieb und Steuerung
- 50 Unterdruck-Ansaugmechanismus
- 51 Überlapp
- 52 Ventilblock
- 53 Drucksensor

## Ansprüche

1. Verfahren zum Auftragen von Farben oder Lacken zur farblichen Gestaltung von Objektflächen des Hoch-, Tief- und Ingenieurbaus, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst die Objektfläche als digitales Objekt erfasst und ein Datensatz gebildet wird, dass anschließend eine Vorlage des aufzutragenden Gestaltungsobjektes als digitaler Datensatz in dem Datensatz des Objektes implementiert wird und dass schließlich mit dem daraus erhaltenen Datensatz eine bewegliche Auftragseinrichtung zum Auftragen der Farbe oder des Lackes gesteuert wird.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass zum Messen der Position der Auftragseinrichtung ein Verfahren der Abstands- und/oder Winkelmesstechnik, der Fernmesstechnik oder der abbildenden Messtechnik verwendet wird, welches sich auf Fernpunkte stützt und relativ zu diesen Fernpunkten Positionen und/oder Farbwerte misst.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Messverfahren auf berührungsloser Abstands- und/oder Winkelmessung basiert.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Messverfahren auf einem abbildenden Verfahren basiert.
5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Messverfahren auf Laser-Abtastung basiert.
6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Messverfahren auf Fernmessung basiert.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,  
dass zum Messen der Position der Auftragseinrichtung ein Verfahren ohne Zuhilfenahme fixer Fernpunkte verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
gekennzeichnet durch  
die Kombination aus mindestens einem fernpunktgestützten mit mindestens einem nichtfernpunktgestützten Positionsmesssystem.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zum Erfassen der Objektflächen ein oder mehrere Verfahren verwendet wird, welches nach den Positionsmessverfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8 arbeitet.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Position der Auftragseinrichtung kontinuierlich gemessen wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Abstand zwischen den Düsen der Auftragseinrichtung und Objektfläche einstellbar ist.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bewegung der Auftragseinrichtung manuell durchgeführt wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bewegung der Auftragseinrichtung halbautomatisch durchgeführt wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bewegung der Auftragseinrichtung vollautomatisch durchgeführt wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

dass die Auftragseinrichtung wenigstens eine Düse, insbesondere eine Spritzdüse aufweist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Auftragseinrichtung eine Reihe, insbesondere eine Matrixanordnung von Düsen aufweist.

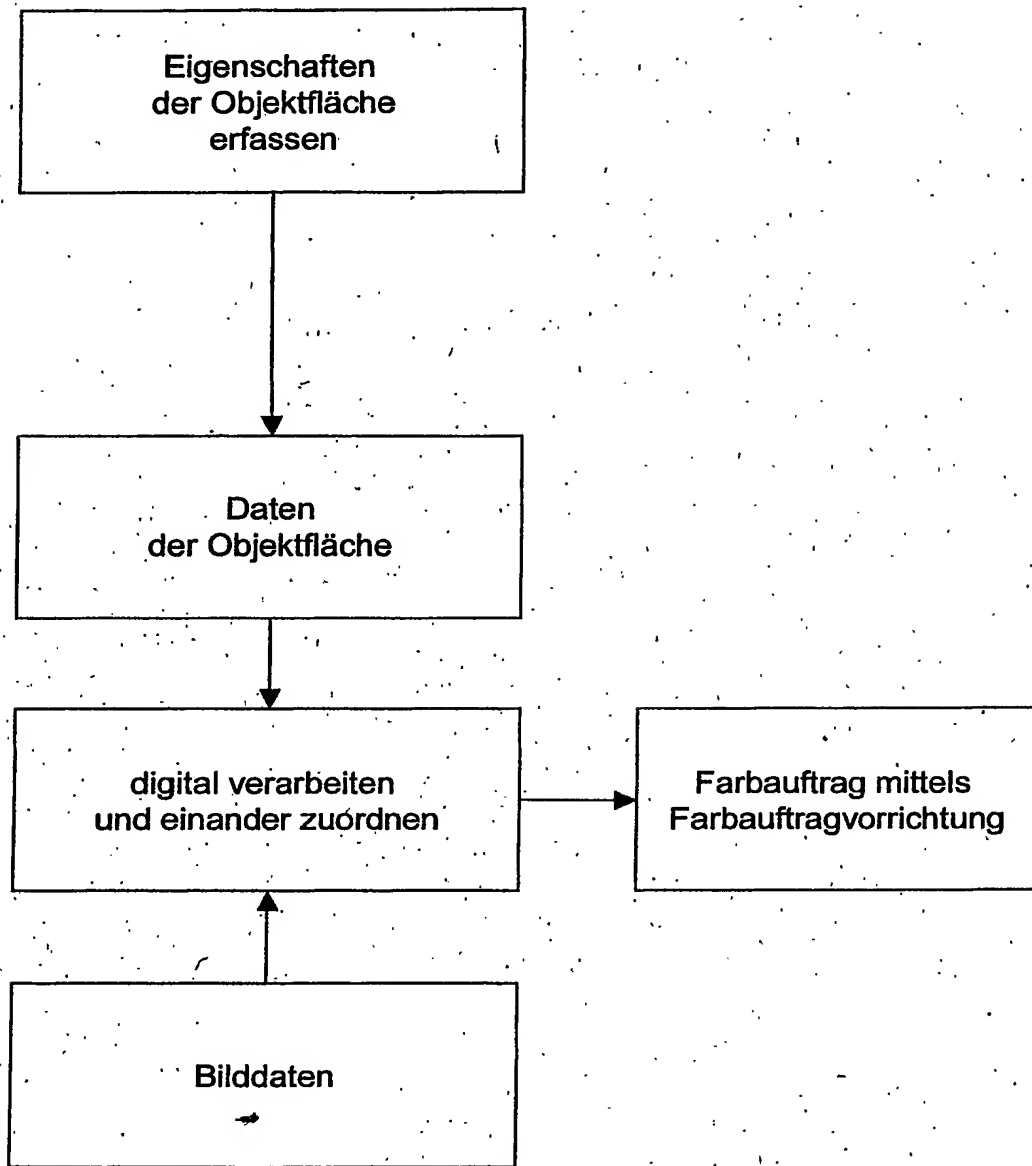


Fig.

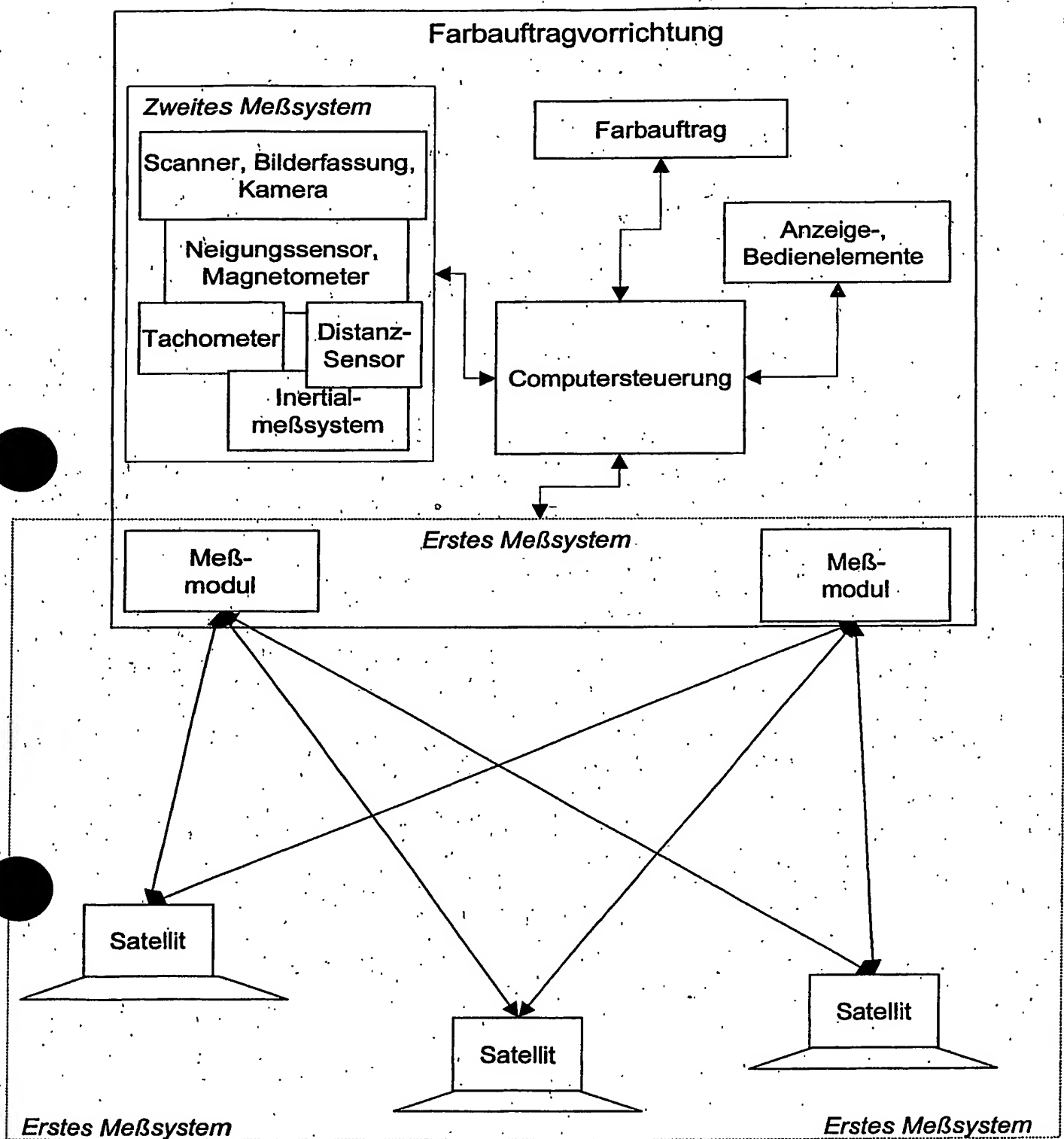


Fig.



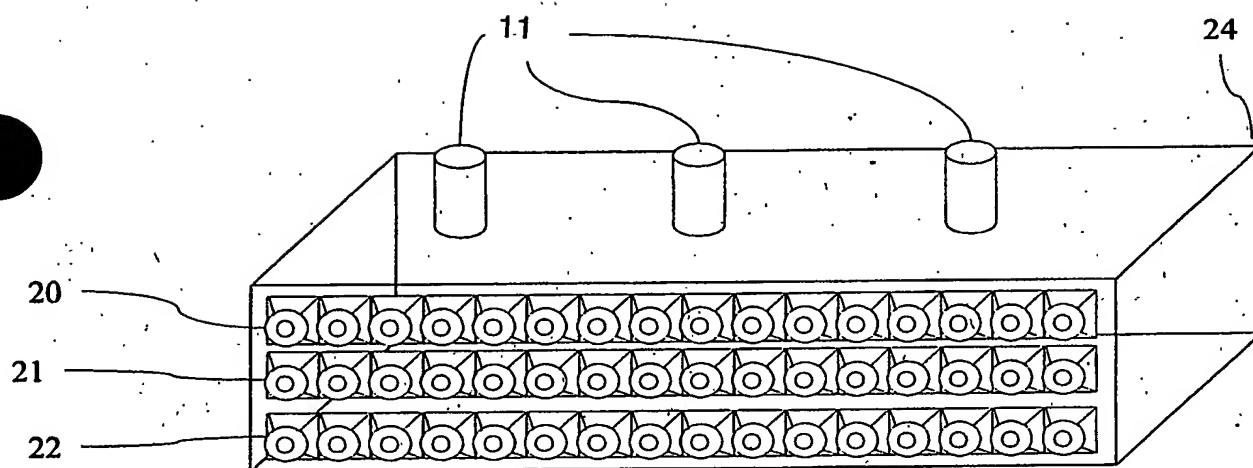


Fig.

24-0000

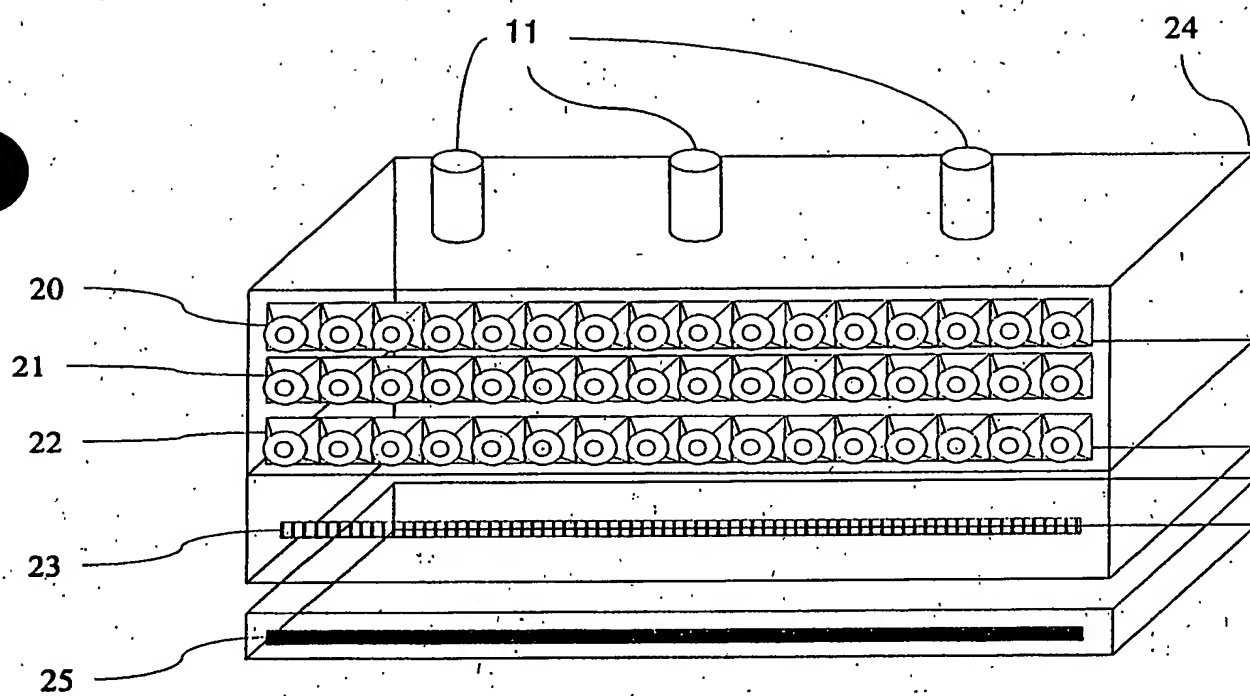


Fig.



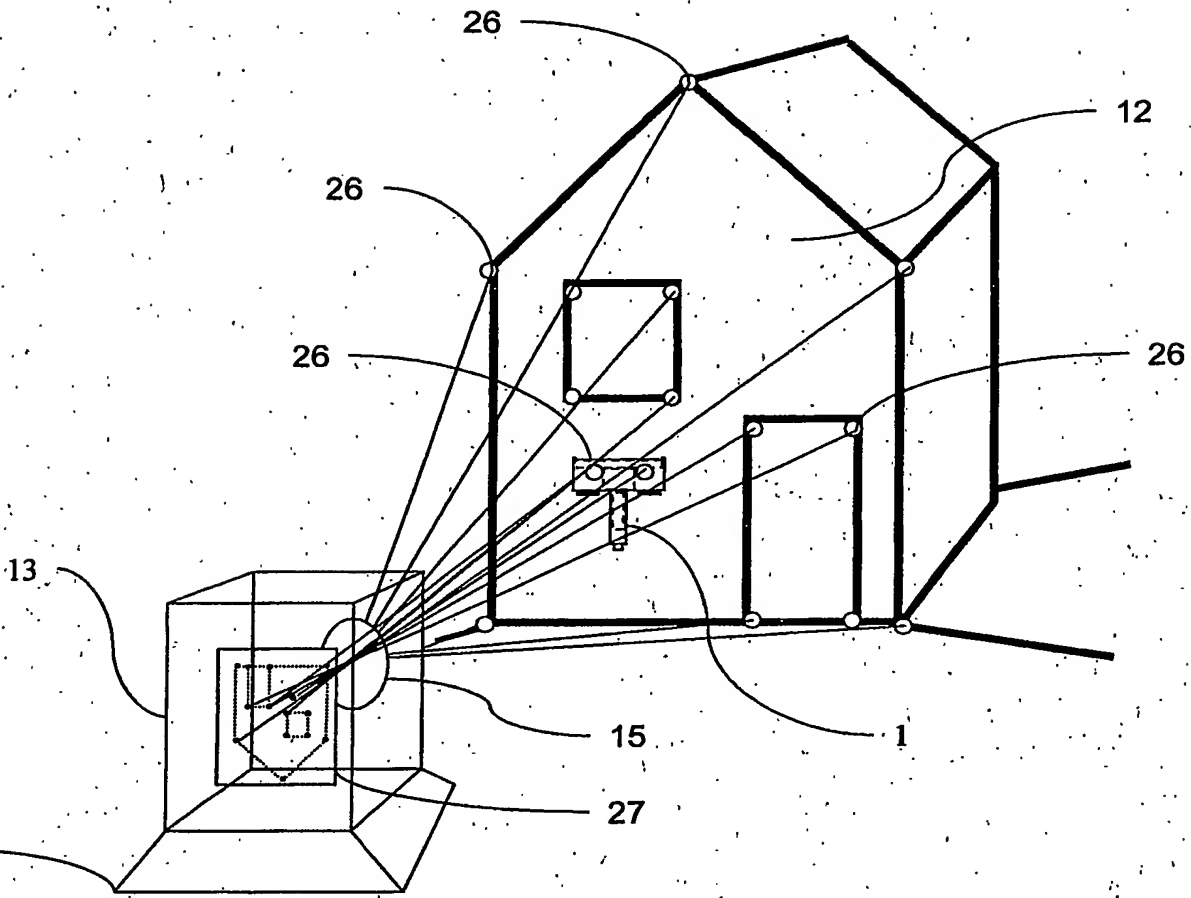


Fig.

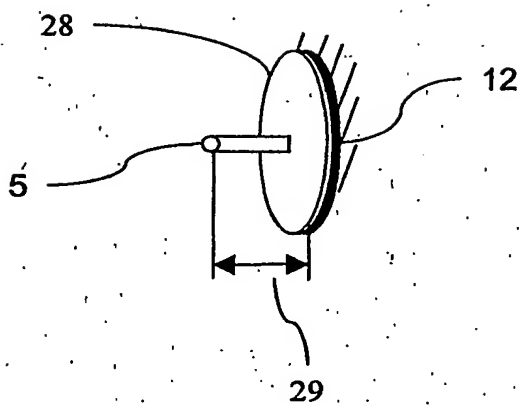


Fig.

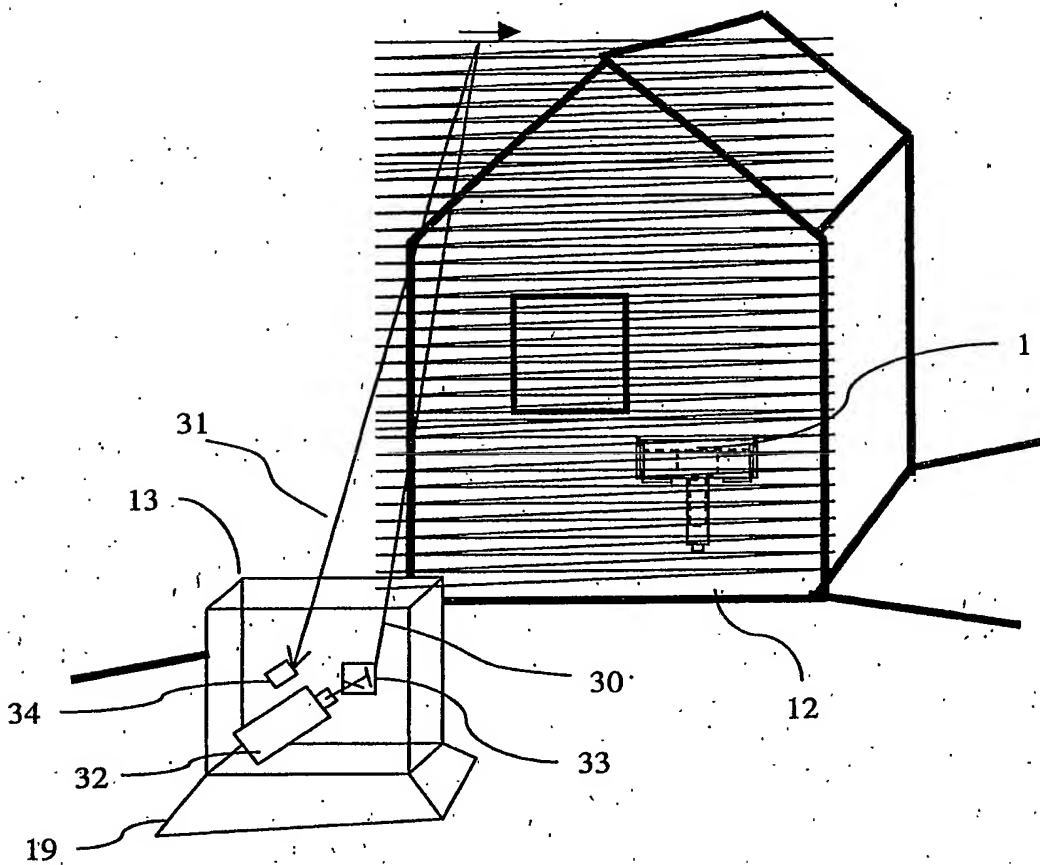


Fig.

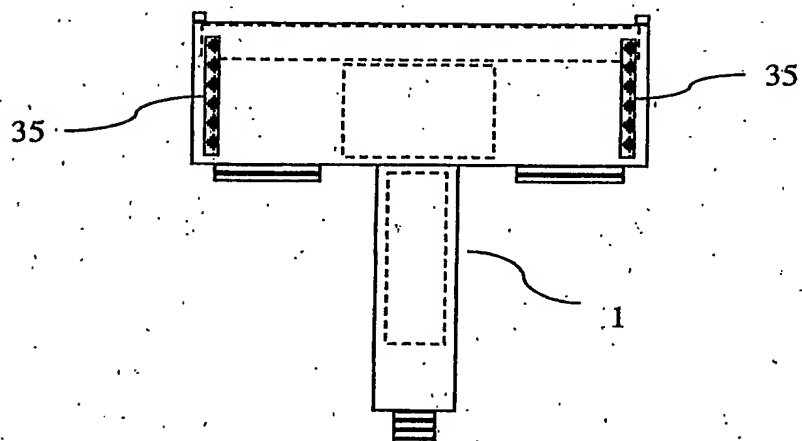


Fig.

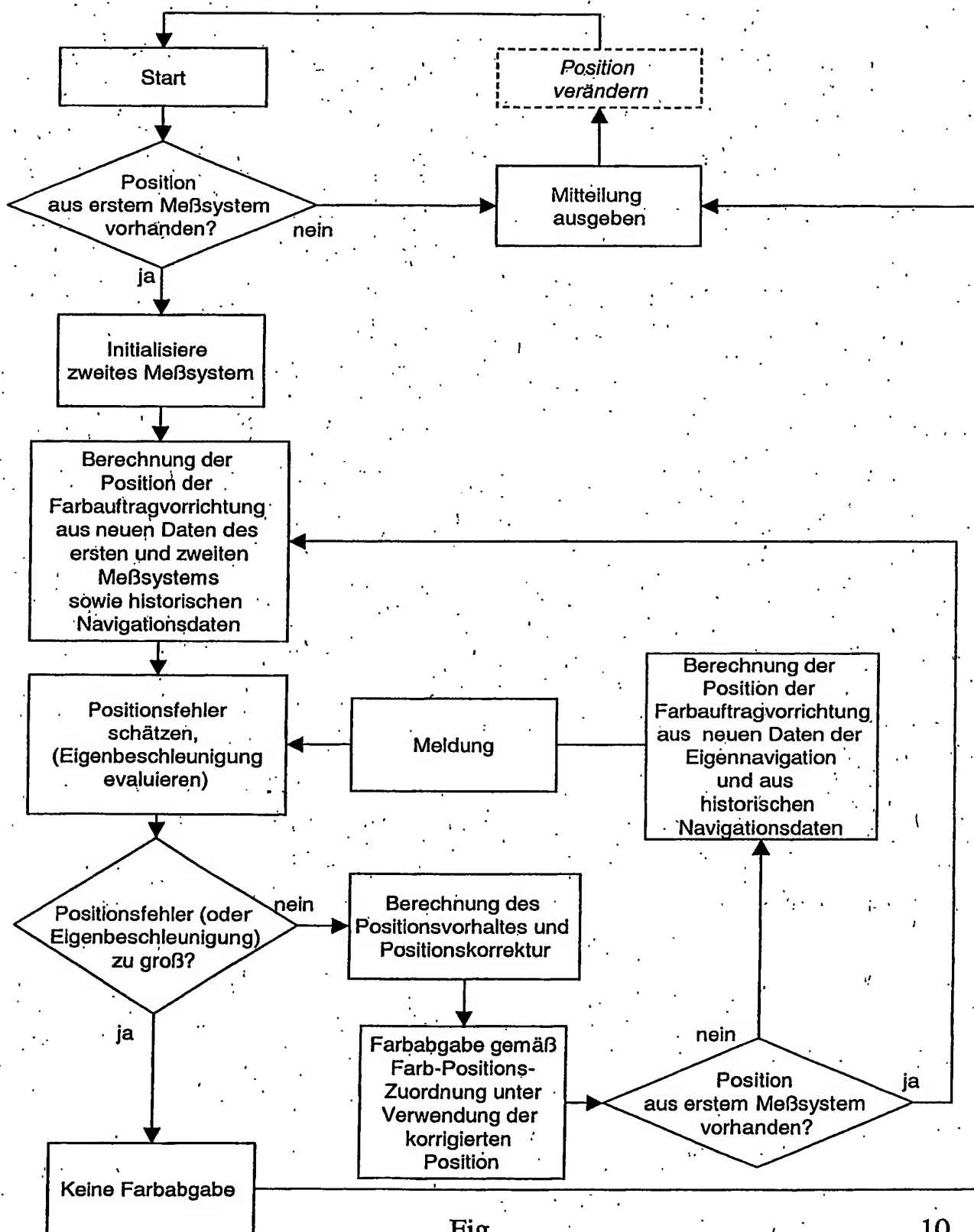


Fig.



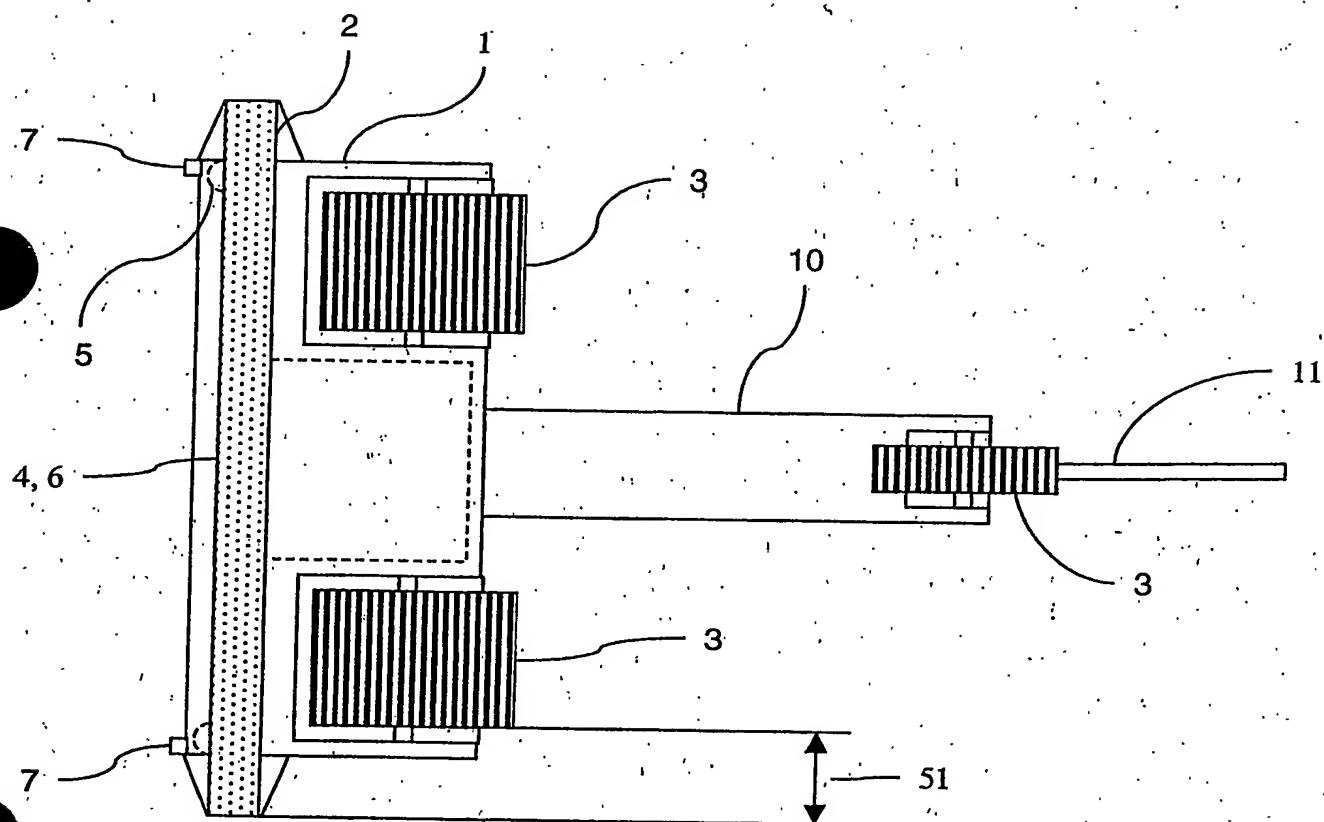


Fig.



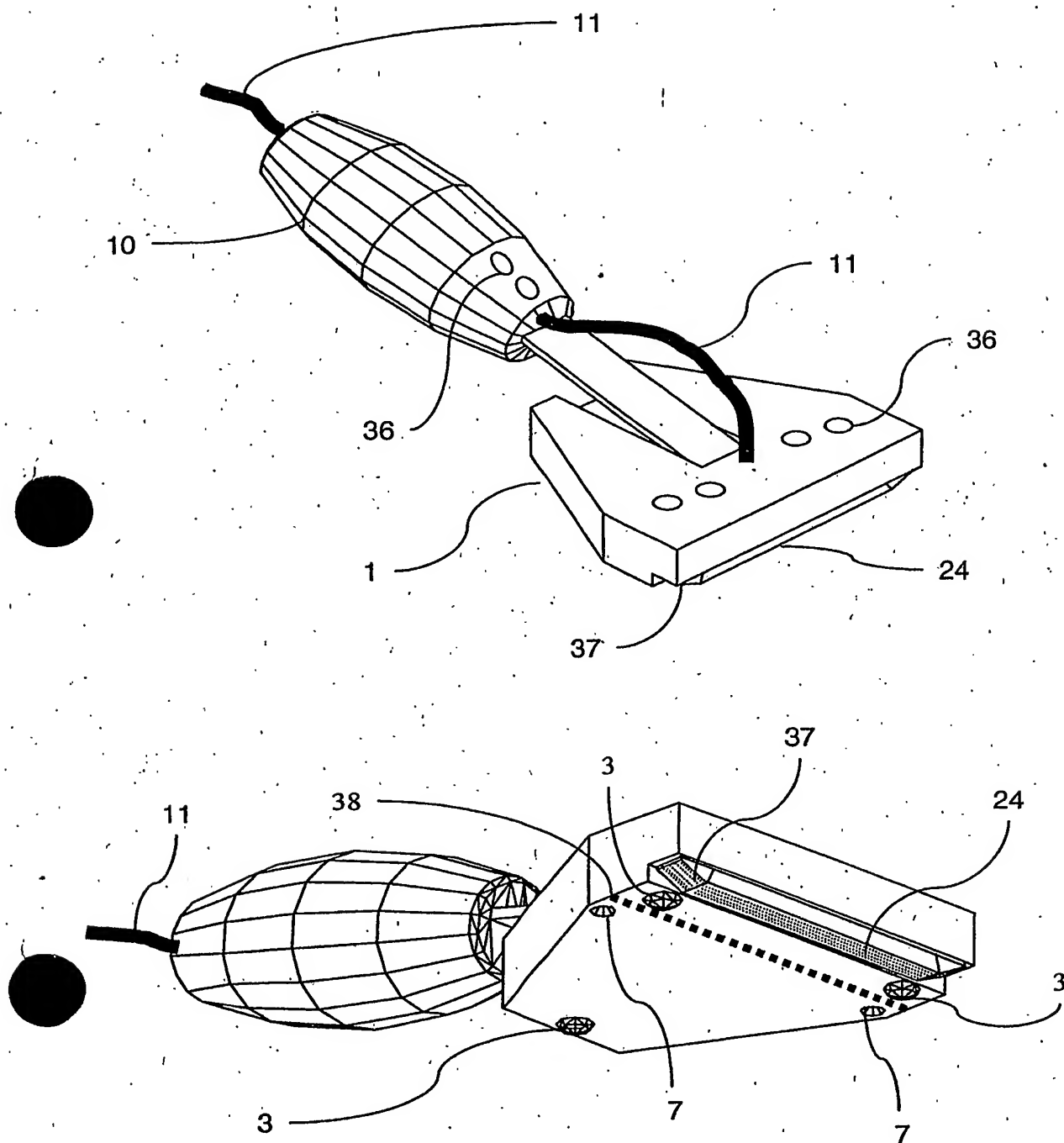


Fig.

24-0102

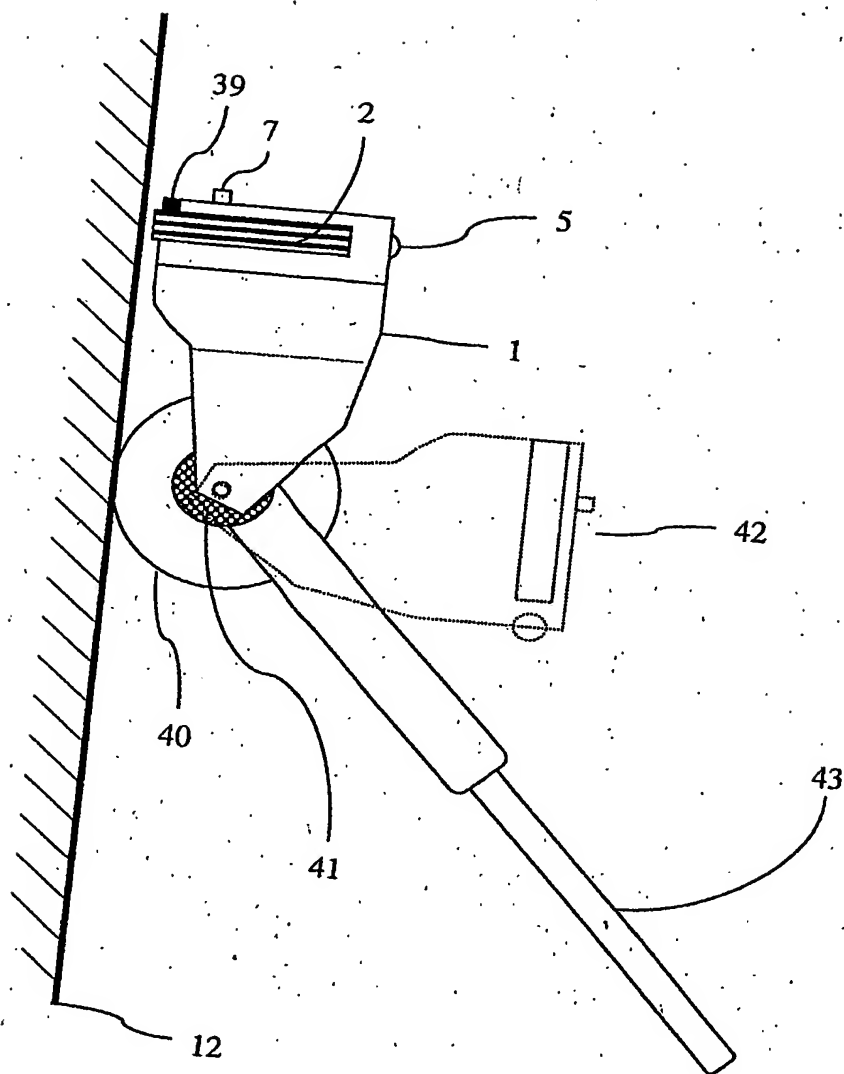


Fig.

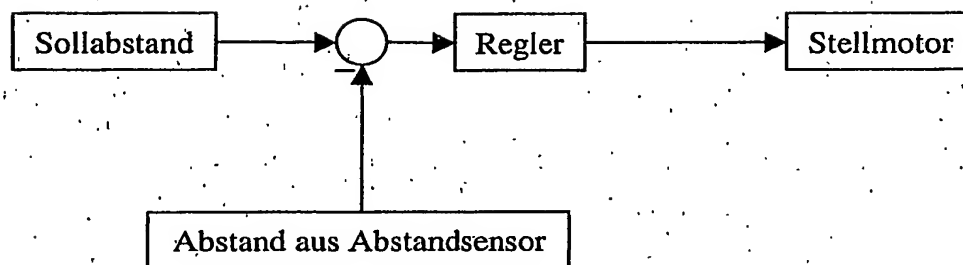


Fig.

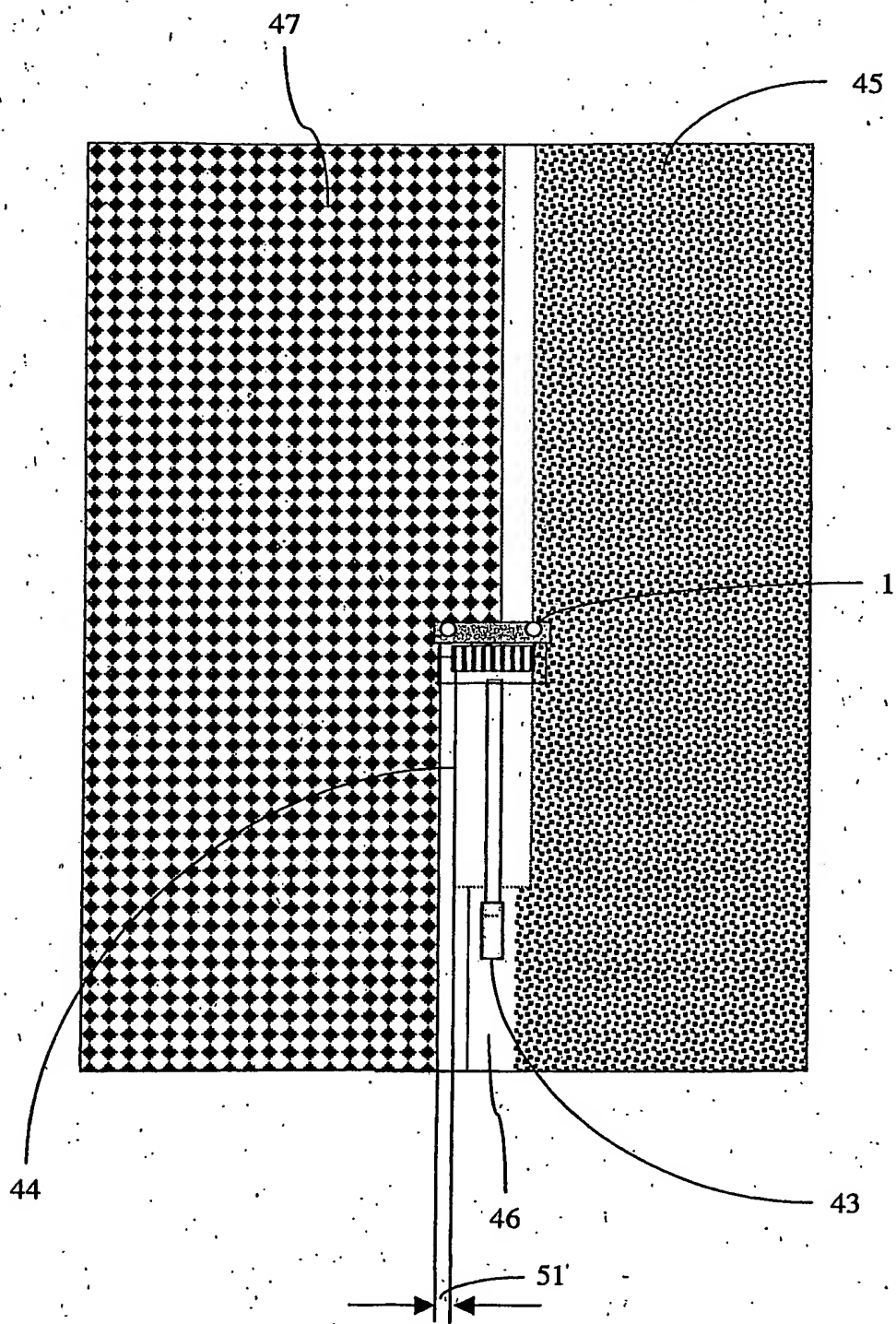


Fig.

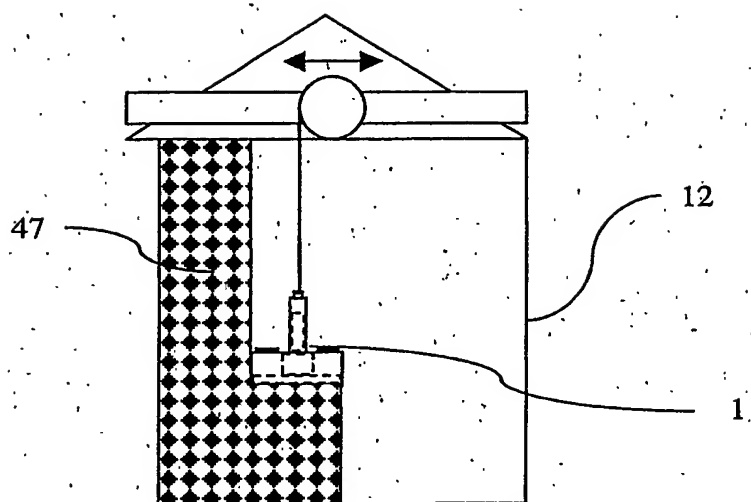


Fig.

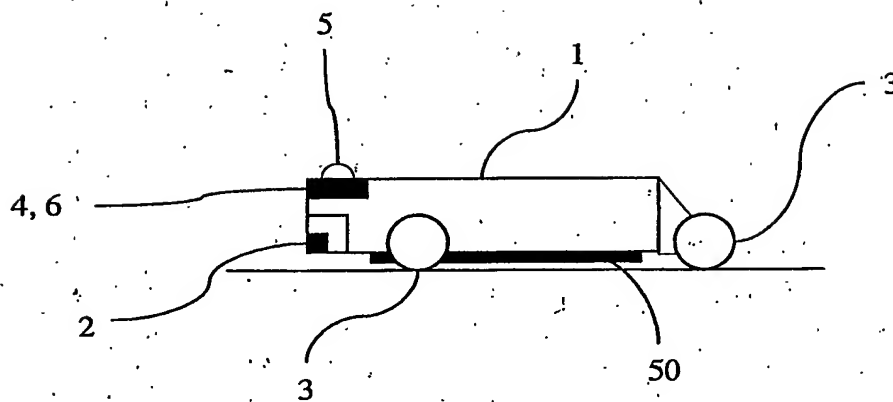


Fig.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**